

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

MYLENA CRISTINE RODRIGUES DE JESUS

**Efeito barreira em cidades médias: uma análise exploratória com árvores  
de decisão e florestas aleatórias**

São Carlos

2021



MYLENA CRISTINE RODRIGUES DE JESUS

**Efeito barreira em cidades médias: uma análise exploratória com árvores  
de decisão e florestas aleatórias**

Programa de Pós-graduação em  
Engenharia de Transportes da EESC-USP

**Exemplar definitivo (corrigido). O exemplar  
original está disponível na CPG da EESC-USP**

São Carlos, 13/10/2021

RESOLUÇÃO CoPGT N°6018, DE 13 OUTUBRO DE 2011, artigo 5°

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Nélon Rodrigues da Silva

São Carlos

2021

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da  
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

J58e	Jesus, Mylena Cristine Rodrigues de Efeito barreira em cidades médias: uma análise exploratória com árvores de decisão e florestas aleatórias / Mylena Cristine Rodrigues de Jesus; orientador Antônio Néilson Rodrigues da Silva. São Carlos, 2021.  Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Área de Concentração em Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2021.  1. Efeito barreira. 2. Separação da Comunidade. 3. Transporte não motorizado. 4. Pedestres. I. Título.
------	---

## FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira **MYLENA CRISTINE RODRIGUES DE JESUS**.

Título da dissertação: "Efeito barreira em cidades médias: uma análise exploratória com árvores de decisão e florestas aleatórias".

Data da defesa: 03/09/2021.

### **Comissão Julgadora**

### **Resultado**

Prof. Titular **Antônio Nelson Rodrigues da Silva**  
**(Orientador)**

Aprovada

(Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP)

Profa. Dra. **Josiane Palma Lima**

Aprovada

(Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI)

Prof. Dr. **Paulo Rui Anciaes**

Aprovada

(University College London)

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes:

Prof. Associado **Adalberto Leandro Faxina**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:

Prof. Titular **Murilo Araujo Romero**



## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, por constantemente me abençoar e iluminar os meus caminhos.

Agradeço aos meus pais, Sueli e Magno, pelo amor, dedicação e apoio incondicional. Aos meus irmãos, Victor e Guilherme, por acreditarem sempre em mim e por serem meus maiores exemplos. Vocês são parte de todas as minhas conquistas. Aos demais familiares, pelo carinho e torcida de cada um, mesmo que distantes.

Agradeço ao professor Antônio Néelson, que em 2019 me deu oportunidade de ser sua orientada e, a partir de então, pelo incentivo constante à pesquisa e pela orientação exemplar durante estes anos. Obrigada pelo apoio e por todo aprendizado compartilhado.

À pessoa que compartilhou comigo, desde o início, todas as etapas dessa conquista, Mariana Barbosa. Obrigada pela amizade, companheirismo, paciência, apoio e presença em todas as circunstâncias.

Ao amigo que tive o prazer de conhecer durante o mestrado e compartilhar não só o orientador e a sala, mas todos os momentos vividos nessa jornada e na vida desde então, Murilo Rodrigues.

À Maria Emília, por todos os ensinamentos, pela amizade, companhia, pelos momentos de estudo e pelas vezes que tornou os momentos mais leves.

Ao Lucas Brandão, meu companheiro de graduação e de mudança para São Carlos, pelo carinho, amizade e disponibilidade de apoio sempre.

À Lorena Drummond, *roommate*, pela amizade e por toda troca realizada, sua companhia tornou os dias mais felizes.

À Olga Mendes e Alanne Brandão, pelos inúmeros momentos compartilhados e pela amizade construída.

Ao Felipe Lobo e à Thayanne Medeiros, pelo apoio durante as disciplinas e pelos aprendizados compartilhados sobre estatística e programação.

A todos que me acompanharam nas pesquisas de campo, em especial à Daniela Vanessa, José Leocadio, Gabriel Macêdo, Gustavo Cavalcante, Carolina Silva, Larcksson, Luiz Fernando e muitos dos citados anteriormente. Obrigada por todo apoio para coleta de dados e desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço às professoras que, durante a graduação e o mestrado, me inspiraram: Janaina Antonino, Iara Alves, Patrícia Baldini, Leise Kelli e Cira Pitombo.

Agradeço aos demais colegas, professores e servidores que fizeram parte de todo o meu processo de aprendizado, em especial aos integrantes do Departamento de Engenharia de Transportes – EESC USP.

Agradeço à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa de estudos que possibilitou a minha dedicação exclusiva ao programa de pós-graduação.

Agradeço, por fim, a todos que apoiaram e contribuíram para a realização deste trabalho, possibilitando a conclusão do mesmo.



## RESUMO

JESUS, M. C. R de. **Efeito barreira em cidades médias: uma análise exploratória com árvores de decisão e florestas aleatórias**. 2021. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

O efeito barreira, também chamado de efeito de separação da comunidade, surge quando uma infraestrutura de transporte e/ou o tráfego motorizado atravessam vizinhanças, prejudicando assim a mobilidade e a acessibilidade dos pedestres no local. Este estudo tem como objetivo verificar se uma via urbana com intenso tráfego motorizado localizada em uma cidade brasileira de médio porte constitui uma barreira para viagens a pé. Um questionário foi aplicado a 103 indivíduos em uma área de até 800 metros da via selecionada para o estudo para obter informações sobre características socioeconômicas (idade, renda etc.), interações sociais na vizinhança e características de viagens e mobilidade. Usamos o conjunto de dados para explorar o potencial dos modelos de classificação de Árvores de Decisão e Florestas Aleatórias em prever a percepção dos usuários do efeito de barreira, que foi caracterizado pelas variáveis dependentes *Velocidade* e *Volume* (do tráfego motorizado). Além disso, foi utilizado o teste de independência do *Qui-quadrado* para testar a associação entre o efeito de barreira e as dificuldades existentes no deslocamento a pé indicadas pelos respondentes. Os resultados mostram que as seguintes variáveis afetam de forma relevante a percepção dos respondentes sobre o efeito barreira: distância da residência à via estudada, tempo de residência no endereço e na região, interações sociais na vizinhança e rua considerada como a mais movimentada na região. Observou-se também que, em alguns aspectos, a rua selecionada para o estudo representa uma barreira para os deslocamentos a pé dos entrevistados. O efeito barreira foi principalmente associado com questões relacionadas à velocidade e/ou ao volume do tráfego: *trechos que exigem esforço físico excessivo (devido ao relevo), ruas muito largas e poluição sonora ou do ar*.

Palavras-chave: Efeito barreira. Separação da Comunidade. Transporte não motorizado. Pedestres.



## ABSTRACT

JESUS, M. C. R de. **Community severance in medium-sized cities: an exploratory analysis with decision trees and random forests**. 2021. Thesis (Master) - São Carlos School of Engineering, University of São Paulo, São Carlos, 2021.

The barrier effect, also called community severance, is observed when a transport infrastructure and/or motorized traffic crossing a neighborhood negatively affects pedestrians' mobility and accessibility in that location. This study aims to examine if an urban road with intense motorized traffic in a medium-sized Brazilian city constitutes a barrier for walking trips. A questionnaire was applied to 103 individuals in an area up to 800 meters from the road selected for the study to get information about personal characteristics (age, income, etc.), social interactions in the neighborhood, and travel and mobility characteristics. We used the dataset to explore the potential of Decision Trees and Random Forests classification models to predict the users' perception of the barrier effect, which was characterized by the dependent variables *Speed* and *Volume* (of motorized traffic). In addition, we used a Chi-square test of independence to test the association between the barrier effect and difficulties for walking trips indicated by the respondents. The results show that the following variables considerably affect the perception of the barrier effect of the respondents: distance from the residence to the studied road, time living at the address and in the region, social connections in the neighborhood, and the street reported as the busiest in the region. We also observed that, in some aspects, the street selected for the study represents a barrier to the respondents' walking trips. The barrier effect was mainly associated with these issues related to traffic speed and/or volume: *sections that require excessive physical effort (due to an irregular topography), very wide streets, and noise or air pollution*.

Keywords: Barrier effect. Community severance. Non-motorized transport. Pedestrians.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ilustração dos procedimentos metodológicos que compõem a metodologia .....	48
Figura 2 - Localização da Rua Miguel Petroni (São Carlos, SP) e da área de estudo .....	51
Figura 3 - Uso do solo e movimentação em uma das interseções da Rua Miguel Petroni, área de estudo em São Carlos (SP) .....	52
Figura 4 - Distribuição do endereço dos entrevistados na área de estudo em São Carlos (SP) .....	54
Figura 5 - Síntese das <i>Características individuais</i> dos entrevistados (eixo y representa a quantidade e eixo x as classes) .....	55
Figura 6 - Síntese das respostas às questões referentes a Interações sociais dos entrevistados (eixo y representa a quantidade, em valores absolutos, e eixo x representa as classes), em relação aos vizinhos .....	58
Figura 7 - Síntese das respostas referentes a Interações sociais dos entrevistados, em particular a uma série de afirmativas sobre as redondezas onde a pessoa reside e uma região afastada em até 10 minutos a pé, conforme legenda .....	59
Figura 8 - Síntese de um conjunto de respostas às questões referentes às características de Viagens e mobilidade dos entrevistados (eixo y representa a quantidade, em valores absolutos, e eixo x representa as classes) .....	62
Figura 9 - Síntese de um conjunto de respostas referentes a Viagem e mobilidade dos entrevistados, envolvendo questões sobre a via que considera mais movimentada da região, entre outras .....	63
Figura 10 - Síntese das respostas referentes a Viagem e mobilidade dos entrevistados, envolvendo questões sobre os deslocamentos a pé, o tempo de travessia das vias, entre outras .....	65
Figura 11 - Síntese das respostas referentes a Viagem e mobilidade dos entrevistados, em particular a uma série de dificuldades existentes ao caminhar por onde a pessoa reside (Q22) e uma região afastada em até 10 minutos a pé, conforme legenda .....	67
Figura 12 - Síntese das respostas referentes a Viagem e Mobilidade dos entrevistados, em particular a uma série afirmações sobre preferências (Q21) .....	69
Figura 13 - Árvore de Decisão da Análise I (Velocidade do Tráfego e Características Individuais), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83) .....	75

Figura 14 - Árvore de Decisão da Análise IV (Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83).....	84
Figura 15 - Árvore de Decisão da Análise IV (Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83).....	92

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de alguns trabalhos relevantes sobre o efeito barreira identificados na literatura .....	27
Tabela 2 - Relação de abordagens metodológicas para detectar e quantificar o efeito barreira identificadas na literatura .....	33
Tabela 3 - Etapas da metodologia e associação com os itens do capítulo de resultados .....	47
Tabela 4 - Comparação entre as características da população de São Carlos e as características dos entrevistados (Sexo, Faixa Etária, Renda e Escolaridade) .....	57
Tabela 5 - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise I (Velocidade do Tráfego e Características individuais).....	76
Tabela 6 - Parâmetros de desempenho da AD de treinamento correspondente à Análise I (Velocidade do Tráfego e Características individuais) .....	78
Tabela 7 - Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise I (Velocidade do Tráfego e Características individuais) (n = 83) .....	78
Tabela 8 - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes) .....	85
Tabela 9 - Desempenho preditivo dos modelos de AD e FA para Análise IV ( <i>Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes</i> ) (n = 83).....	87
Tabela 10 - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes) .....	93
Tabela 11 - Desempenho preditivo dos modelos de AD e FA para Análise IV (Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes) (n = 83) .....	96
Tabela 12- $\chi^2$ entre a variável Velocidade do Tráfego e as variáveis que caracterizam dificuldades do deslocamento a pé.....	98
Tabela 13- $\chi^2$ entre a variável Volume do Tráfego e as variáveis que caracterizam dificuldades do deslocamento a pé .....	100





## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	-	Acurácia
AD	-	Árvore de Decisão
CART	-	<i>Classification and Regression Trees</i>
DNIT	-	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FA	-	Floresta Aleatória
FDR	-	Taxa de Falsa Descoberta
FN	-	Falto Negativo
FNR	-	Taxa de Falso Negativo
FOR	-	Taxa de Falsa Omissão
FP	-	Falso Positivo
FPR	-	Taxa de Falso Positivo
IBGE	-	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
NPV	-	Valor Preditivo Negativo
PPV	-	Valor Preditivo Positivo
QP	-	Questões de Pesquisa
SEADE	-	Sistema Estadual de Análise de Dados
SM	-	Salário Mínimo
SPR	-	<i>Standardized Pearson Residuals</i>
SSP	-	Secretaria de Segurança Pública
TN	-	Verdadeiro Negativo
TP	-	Verdadeiro Positivo
TPR	-	Taxa de Verdadeiro Positivo ou Sensibilidade
TNR	-	Taxa de Verdadeiro Negativo ou Especificidade



# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	21
<b>1.1 Caracterização do problema</b> .....	21
<b>1.2 Justificativa</b> .....	22
<b>1.3 Objetivos</b> .....	23
<b>1.4 Estrutura do trabalho</b> .....	24
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	25
<b>2.1 Os sistemas de transporte</b> .....	25
<b>2.2 O efeito barreira</b> .....	26
<b>2.3 Consequências do efeito barreira</b> .....	29
<b>2.4 Pedestres e travessias</b> .....	31
<b>2.5 Abordagens para estudo da separação da comunidade</b> .....	32
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	36
<b>3.1 Análise descritiva dos dados</b> .....	36
<b>3.2 Análise do efeito barreira</b> .....	40
<b>3.3 Árvore de Decisão (AD)</b> .....	40
<b>3.4 Floresta Aleatória (FA)</b> .....	42
<b>3.5 Associação entre variáveis (<i>Qui-quadrado</i>)</b> .....	44
<b>3.6 Avaliação dos fatores de influência na percepção dos usuários sobre o efeito barreira</b> .....	45
<b>4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS</b> .....	49
<b>4.1 Caracterização do estudo, da amostra e dos dados coletados</b> .....	49
4.1.1 <i>Caracterização da área de estudo e da amostra</i> .....	50
4.1.2 <i>Análise descritiva dos dados coletados</i> .....	53
4.1.2.1 <i>Características Individuais</i> .....	54
4.1.2.2 <i>Interações Sociais</i> .....	58
4.1.2.3 <i>Viagens e mobilidade</i> .....	61
<b>4.2 Caracterização do efeito barreira e tratamento dos dados ausentes</b> .....	71
<b>4.3 Análise da <i>Velocidade do Tráfego</i> como variável dependente</b> .....	72
4.3.1 <i>Análise I) Velocidade do Tráfego e Caracterização dos entrevistados</i> .....	73
4.3.2 <i>Análise II) Velocidade do Tráfego e Interações sociais</i> .....	79
4.3.3 <i>Análise III) Velocidade do Tráfego e Viagens e mobilidade</i> .....	80
4.3.4 <i>Análise IV) Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes</i> .....	82

<b>4.4</b>	<b>Análise do <i>Volume do Tráfego</i> como variável dependente</b> .....	87
4.4.1	Análise I) <i>Volume do Tráfego</i> e <i>Caracterização dos entrevistados</i> .....	88
4.4.2	Análise II) <i>Volume do Tráfego</i> e <i>Interações sociais</i> .....	89
4.4.3	Análise III) <i>Volume do Tráfego</i> e <i>Viagens e mobilidade</i> .....	90
4.4.4	Análise IV) <i>Volume do Tráfego</i> e <i>Variáveis mais relevantes</i> .....	90
<b>4.5</b>	<b>Associação entre as dificuldades existentes no deslocamento a pé e o efeito barreira</b> .....	96
4.5.1	<i>Velocidade do tráfego</i> e as dificuldades existentes no deslocamento a pé .....	97
4.5.2	<i>Volume do tráfego</i> e as dificuldades existentes no deslocamento a pé .....	99
<b>4.6</b>	<b>Síntese dos resultados</b> .....	101
<b>4.7</b>	<b>Fatores de influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira</b> .....	102
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS</b> .....	105
5.1	<b>Estratégia de avaliação do Efeito Barreira</b> .....	105
5.2	<b>Principais resultados obtidos</b> .....	106
<b>REFERÊNCIAS</b> .....		110
<b>APÊNDICE A</b> .....		114
<b>APÊNDICE B</b> .....		123

## 1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem início com uma caracterização do problema estudado, por meio da qual são discutidas brevemente as implicações do efeito barreira nos deslocamentos dos pedestres e nos municípios. Em seguida, é apresentada a justificativa para a realização deste estudo, expostos seus objetivos, e descrita a estruturação deste documento.

### 1.1 Caracterização do problema

Um processo intenso e rápido de urbanização das cidades resulta em extensas áreas urbanas e longas viagens a serem realizadas cotidianamente, principalmente para os que residem mais distante da zona central (VASCONCELLOS, 2016). Segundo Lara (2019), quanto mais longas as viagens, maior a dependência por modos de transporte motorizado, assim como a necessidade de uma infraestrutura adequada para atender a essa demanda. As ações em conjunto dos diversos interessados no sistema de transporte (pedestres, ciclistas, veículos motorizados e atividades de uso do solo) geram inúmeros conflitos, cujos efeitos são intensificados desigualmente para os envolvidos. Um dos conflitos mais constantes do sistema de transporte, segundo Maciorowski e Souza (2018), é entre os modos não motorizados e o tráfego de veículos motorizados.

Neste contexto, o efeito barreira ocorre quando uma infraestrutura de transporte age como um obstáculo para os deslocamentos locais de pedestres e ciclistas. Este efeito ocorre de maneira mais intensa no caso de atravessamento de vias, porém é observado também para deslocamentos ao longo da via. No caso de ruas e vias urbanas, de forma mais específica, a velocidade e o volume dos veículos motorizados circulando ao longo das mesmas atuam como barreiras que impedem ou dificultam significativamente os deslocamentos locais a pé ou de bicicleta e o acesso a bens e serviços, comprometendo assim o bem-estar da população (MINDELL *et al.*, 2017). Nos últimos anos, alguns estudos têm buscado entender os efeitos das infraestruturas de transporte no cotidiano dos indivíduos (GUO; BLACK; DUNNE, 2001; SILVA JR.; FERREIRA, 2008; ANCIAES *et al.*, 2016; MINDELL *et al.*, 2017; LARA; RODRIGUES DA SILVA, 2018; NIMEGEER *et al.*, 2018; VAN ELDIJK; GIL, 2020).

Este tipo de situação é frequente em cidades de maior porte, onde a frota de veículos motorizados é expressiva, sobretudo onde a repartição modal tem forte participação de viagens em veículos motorizados individuais. Não é comum, por outro lado, em cidades pequenas. A questão levantada neste estudo, no entanto, diz respeito às cidades que se encontram no meio

deste espectro, as chamadas cidades médias. Será possível falar em efeito barreira neste contexto específico?

Com o propósito de contribuir para uma resposta à questão acima apresentada, este estudo busca identificar se há indícios (ou evidências) de que uma via importante de uma cidade média brasileira, selecionada por apresentar elevado tráfego de veículos motorizados, atue como barreira para os deslocamentos dos pedestres pela região. Assim, para orientar o desenvolvimento do trabalho, foram consideradas as seguintes questões de pesquisa (QP):

QP1. É possível afirmar que, em alguns aspectos, a via selecionada atua como uma barreira para a região de estudo?

QP2. Quais são as variáveis que influenciam a percepção dos pedestres sobre o efeito barreira?

QP3. É possível encontrar padrões entre a percepção que os pedestres possuem sobre o efeito barreira e:

- a. Suas características individuais?
- b. Suas interações sociais?
- c. Suas características de viagem e mobilidade?

QP4. Existem evidências de associação entre as dificuldades enfrentadas pelos pedestres ao andar a pé e sua percepção da velocidade e do volume de tráfego dos veículos motorizados como barreira?

Para isso, o presente estudo apresenta uma análise exploratória dos dados obtidos com um questionário aplicado a moradores e frequentadores da via selecionada para estudo. Os resultados que serão descritos se baseiam essencialmente na opinião dos entrevistados sobre a velocidade/volume do tráfego na região, além de considerar as características individuais dos respondentes e as dificuldades que enfrentam como pedestres. A metodologia é baseada em uma análise descritiva e quantitativa dos dados, com a utilização das técnicas não-paramétricas de Árvore de Decisão (AD) e Floresta Aleatória (FA) para predição da percepção dos entrevistados sobre o efeito barreira e para identificação das variáveis mais relevantes, além do uso do teste *Qui-quadrado* ( $\chi^2$ ) para examinar associações entre variáveis selecionadas.

## **1.2 Justificativa**

Os sistemas de transporte desempenham um papel primordial para a sociedade. Melhor acesso aos mesmos pode contribuir para melhorar as condições de bem-estar e a qualidade dos

deslocamentos e para diminuir a exclusão social de alguns grupos de indivíduos. O efeito de separação da comunidade, também chamado de efeito barreira, surge quando uma infraestrutura de transporte ou altos índices de tráfego motorizado atravessam vizinhanças, prejudicando a mobilidade e a acessibilidade dos moradores e frequentadores locais.

Os efeitos causadores da separação da comunidade são mais visíveis e notados quando existem barreiras físicas atravessando a área urbana de um município, tais como: ferrovias, vias exclusivas para automóveis em desnível, vias com bloqueio físico para impedimento de passagem de pedestres, entre outras. Entretanto, são uma realidade também quando não existem barreiras físicas e o tráfego de veículos motorizados representa, em algum nível, um empecilho para os deslocamentos a pé. De acordo com Lara (2019), esta separação da comunidade pode afetar as atividades cotidianas e o comportamento da população de diferentes características demográficas, de forma distinta e em diferentes níveis. Entender sobre os impactos do efeito barreira nas comunidades se torna fundamental para subsidiar ações de planejamento e outros estudos sobre os deslocamentos dos pedestres.

Além disso, na literatura estudada em relação ao efeito barreira ocasionado pelas infraestruturas de transporte e pelo tráfego de veículos motorizados, observou-se a carência de trabalhos que consideram este cenário em cidades de médio porte (no Brasil, cidades com população aproximada entre 100 e 500 mil habitantes). O estudo aqui proposto é uma análise, por meio de dados desagregados, sobre os indícios de que uma via de elevado tráfego de veículos motorizados, atue como barreira para os deslocamentos dos pedestres pela região, visando preencher as lacunas existentes e assim contribuir para o entendimento do efeito barreira em cidades médias brasileiras.

### **1.3 Objetivos**

A pesquisa tem por objetivo principal identificar se há indícios de que uma via importante de uma cidade média brasileira, selecionada por apresentar elevado tráfego de veículos motorizados, atue como barreira para os deslocamentos dos pedestres pela região. Como objetivos específicos, pretende-se:

- a) Testar, no contexto da cidade de estudo, método similar ao “*Health and neighbourhood mobility survey*” (UCL STREET MOBILITY & NETWORK ACCESSIBILITY, 2017), desenvolvido na Inglaterra;

- b) Utilizar os dados coletados para analisar a percepção dos moradores e frequentadores da via de estudo quanto ao efeito barreira e as dificuldades existentes para o deslocamento a pé;
- c) Verificar as variáveis que influenciam a percepção dos pedestres sobre o efeito barreira.

#### **1.4 Estrutura do trabalho**

Este trabalho está dividido em 6 capítulos, sendo este primeiro concebido para introduzir o problema abordado. No capítulo 2, são discutidos estudos encontrados na literatura para conceituação e mensuração do efeito barreira. A metodologia proposta para identificar se existem indícios de que a via de estudo representa uma barreira para os deslocamentos dos pedestres pela região é apresentada no capítulo 3. No capítulo 4 são apresentados e analisados os resultados obtidos com a aplicação do método. A partir dos resultados encontrados, nos capítulos 5 e 6 são abordadas, respectivamente, as discussões e as conclusões. Por fim, é apresentada a lista de referências bibliográficas citadas no presente documento e apêndices que contêm informações complementares aos resultados reunidos no capítulo 4.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta, em cinco seções, uma visão geral da literatura sobre os principais estudos utilizados para desenvolver esta pesquisa. A primeira seção descreve o papel dos sistemas de transporte para a sociedade. A segunda seção apresenta um breve histórico sobre o efeito barreira, com foco nos conceitos e na evolução de sua definição e, na terceira seção, são abordadas as suas principais consequências causadas à população. A quarta seção aborda as dificuldades existentes na travessia das vias pelos pedestres. Por fim, a quinta seção apresenta algumas das abordagens empregadas para o estudo da separação da comunidade.

### 2.1 Os sistemas de transporte

Os sistemas de transporte desempenham um papel fundamental para a sociedade, visto que disponibilizam acesso a diversas oportunidades: educação, emprego, bens, serviços, lazer, entre outras. Melhorar o acesso aos sistemas de transporte pode melhorar o bem-estar, a qualidade dos deslocamentos e diminuir o índice de exclusão social de alguns grupos da sociedade (THOREAU; MACKETT, 2015; VAN SCHALKWYK; MINDELL, 2018; VAN ELDIJK; GIL, 2020). Em contrapartida, de acordo com Anciaes *et al.* (2018), os sistemas de transporte têm vários efeitos negativos para a sociedade, como congestionamentos, riscos de acidentes, ruído, poluição do ar e da água, mudanças climáticas, entre outros efeitos; e também podem criar fortes barreiras em escala local (VAN ELDIJK, 2019).

Pesquisas sobre o impacto ambiental e social dos sistemas de transporte dão maior atenção aos problemas criados pelas rodovias construídas em áreas urbanas (APPLEYARD; LINTELL, 1972). Porém, de acordo com os autores, apesar de estes serem os maiores exemplos de impactos do tráfego, o crescimento do tráfego motorizado tomou conta de vias residenciais em diversas cidades. Ao considerar os danos causados pelo tráfego rodoviário, tradicionalmente se concentra a atenção nas consequências dos acidentes, ou no impacto da poluição atmosférica e sonora (SOGUEL, 1995). No entanto, segundo os autores, existem outros incômodos, menos tangíveis (ou psicológicos), raramente descritos, provocados pelo intenso tráfego motorizado e que afetam particularmente o transporte por modos não motorizados, principalmente os deslocamentos a pé de crianças, deficientes e idosos, dado que algumas ruas se tornam grandes demais para serem cruzadas.

Além disso, caminhar e andar de bicicleta podem ser formas viáveis de praticar e integrar a atividade física à rotina e, segundo Powers *et al.* (2019), proporcionam benefícios adicionais à vida da população. No entanto, as tomadas de decisões frequentemente existentes no

planejamento urbano tendem a priorizar o uso do carro em relação aos modos ativos (POWERS *et al.*, 2019), por vezes deixando de lado as pessoas que apresentam mobilidade reduzida, aquelas que não possuem acesso e/ou que por opção preferem não utilizar os veículos motorizados, gerando inúmeros conflitos entre os envolvidos (MACIOROWSKI; SOUZA, 2018).

## **2.2 O efeito barreira**

O efeito de separação da comunidade, ou efeito barreira, vem sendo estudado desde a década de 1960 (ANCIAES, 2015), contudo no Brasil as pesquisas nesta área parecem ter começado apenas por volta dos anos 2000. A princípio, o conceito do efeito barreira foi discutido por Appleyard e Lintell (1972) e Soguel (1995) como consequência do tráfego de veículos motorizados aos deslocamentos dos pedestres e às interações dos indivíduos. Hine e Russel (1993) apontaram a definição de efeito barreira como a relação entre as condições do tráfego e o comportamento dos pedestres, propondo uma análise entre a mobilidade e a segurança dos mesmos, principalmente em travessias.

Mais tarde, Guo, Black e Dunne (2001) argumentaram que o efeito barreira também está associado aos problemas causados aos deslocamentos dos pedestres em consequência de barreiras estáticas (vias expressas, em desnível, com existência de taludes elevados etc.). No Brasil, os primeiros estudos sobre o efeito barreira abordavam o conceito deste como uma restrição ao movimento de pedestres de um lado para outro de uma via, causada pelo tráfego e pela infraestrutura viária (MOUETTE; AIDAR; WAISMAN, 2000; MOUETTE; WAISMAN, 2004) e como barreiras locais aos deslocamentos realizados por modos não motorizados (SILVA JR.; FERREIRA, 2008; LARA; RODRIGUES DA SILVA, 2018).

Posteriormente, Anciaes e Jones (2020) reafirmaram que em alguns casos o efeito barreira acontece devido à presença de estruturas físicas (como paredes ou guarda-corpos) que impedem os pedestres de atravessar para o outro lado de uma via; em contrapartida, em outros casos a travessia é difícil devido à largura da via ou à quantidade e à velocidade dos veículos. Por fim, estudos definiram que o efeito barreira, causado por uma infraestrutura de transporte e/ou pelo tráfego motorizado, causa impacto negativo no comportamento, bem-estar e mobilidade dos indivíduos, impedindo o acesso a bens, serviços e redes necessárias para uma vida saudável (ANCIAES, 2015; MINDELL *et al.*, 2017; MINDELL; ANCIAES, 2020).

Ainda, segundo Vaughan, Anciaes e Mindell (2021), o efeito barreira é decorrente da velocidade com que as cidades estão passando pelo processo de urbanização e é responsável

pela fragmentação das mesmas, em bairros divididos por uma infraestrutura de transporte rodoviário, onde o tráfego motorizado domina, em detrimento aos pedestres.

Neste cenário, diversos pesquisadores vêm tentando entender mais sobre o efeito barreira e como medir os seus impactos à comunidade. Uma relação de alguns dos trabalhos identificados na literatura sobre o tema é apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1** - Relação de alguns trabalhos relevantes sobre o efeito barreira identificados na literatura

Conceito	Autores
Os efeitos do tráfego em vias urbanas foram estudados baseado em cinco categorias de critérios: a segurança na rua associada à atividade do tráfego; estresse, ruído e poluição; interação social; privacidade e território de origem; e conscientização ambiental. Os resultados mostraram que as condições ambientais em vias de intenso tráfego são severas e que os residentes destas têm razoavelmente menos conexões sociais que moradores de vias com tráfego leve.	Appleyard e Lintell (1972)
O tráfego de veículos atua como uma barreira dinâmica dependente do tempo nas vias urbanas e impõe problemas de segurança e atrasos aos pedestres que desejam atravessar essa via. O estudo apresenta um modelo dos efeitos da separação em estradas urbanas movimentadas, onde sinais de trânsito frequentes produzem aglomeração de veículos. O atraso total para os pedestres cruzarem uma rua é conceituado como a soma dos atrasos individuais devido à interação do pedestre com o intervalo entre veículos.	Guo, Black e Dunne (2001)
O pedestre é um dos elementos dos sistemas de transportes pouco considerado no planejamento de transportes. Uma das inibições que afetam o pedestre, denominada efeito barreira, impõe alguns empecilhos à mobilidade destes em decorrência do tráfego motorizado e/ou da via de circulação. A pesquisa mostra correlações entre a percepção do tráfego na via em análise, o grau de mobilidade e a quantidade de atividades e de locais acessados com frequência por crianças residentes na área.	Mouette e Waisman (2000)
Buscou compreender as percepções dos residentes sobre os impactos do tráfego motorizado em suas casas e ruas, e na saúde individual e comunitária. Em ruas com tráfego motorizado moderado a intenso foi identificado um descontentamento generalizado dos residentes sobre os impactos dos automóveis na saúde e segurança nas suas ruas. Os resultados sobre o trânsito urbano e a qualidade de vida se intensificam com o aumento do número de veículos automotores - e seus impactos.	Hart e Parkhurst (2011)

Continua

**Tabela 1 - Relação de alguns trabalhos relevantes sobre o efeito barreira identificados na literatura (Continuação)**

<b>Conceito</b>	<b>Autores</b>
<p>O autor reúne definições de separação da comunidade encontradas em estudos acadêmicos e documentos produzidos em vários países, em busca de um consenso sobre o conceito. Propõe uma nova definição para separação na comunidade como o impacto negativo variável e cumulativo da presença de infraestrutura de transporte ou tráfego motorizado nas percepções, comportamento e bem-estar das pessoas que usam as áreas circundantes ou precisam fazer viagens ao longo ou através dessa infraestrutura.</p>	<p>Anciaes (2015)</p>
<p>As infraestruturas de transporte, como rodovias e ferrovias, criam conexões altamente eficazes no ambiente. Ao mesmo tempo, essas conexões também podem criar barreiras nos sistemas locais de mobilidade. Baseado em uma pesquisa de referencial teórico, o autor determina o efeito barreira a partir de três elementos: infraestrutura de transporte, ambiente construído e desejos e necessidades das pessoas.</p>	<p>van Eldijk (2019)</p>
<p>As barreiras existentes em perímetros urbanos são uma consequência da expansão não planejada de infraestruturas de transporte, da expansão de moradias próximo à via existente e do próprio tráfego de veículos. Esse processo, também conhecido como separação da comunidade, é um problema que afeta os padrões de deslocamento da população e causa impactos negativos nas comunidades vizinhas. O trabalho propõe uma abordagem analítica que avalia os níveis de separação da comunidade por meio da classificação da qualidade das travessias de pedestres em vias urbanas.</p>	<p>Lara e Rodrigues da Silva (2020)</p>
<p>Os autores fazem uma revisão do estado da arte da relação entre transporte e separação da comunidade. A separação da comunidade afeta o comportamento de viagem, reduzindo a mobilidade independente de alguns grupos e tem potenciais efeitos econômicos e sociais negativos. Também está relacionada à saúde e bem-estar subjetivo. As facilidades introduzidas para facilitar a travessia das vias nem sempre funcionam, especialmente no caso de pontes e passagens subterrâneas, que geralmente não são apreciadas por pedestres e ciclistas. Apresentam ainda algumas ferramentas propostas por pesquisadores para avaliar a separação da comunidade.</p>	<p>Mindell e Anciaes (2020)</p>
<p>Neste estudo, a separação da comunidade é tratada como o efeito que veículos motorizados ou uma infraestrutura rodoviária ou ferroviária podem ter sobre a percepção, comportamento e bem-estar das pessoas que residem e/ou caminham pela região. O intenso tráfego motorizado resulta em desvios para os pedestres, influenciando a substituição da viagem ativa por meios sedentários, reduzindo a atividade física e a mobilidade independente. O efeito barreira provoca também uma redução dos contatos sociais, causando efeitos adversos na saúde dos indivíduos.</p>	<p>Vaughan, Anciaes e Mindell (2021)</p>

Fonte: Autora.

### 2.3 Consequências do efeito barreira

Alguns grupos de profissionais costumam argumentar que as rodovias urbanas ajudam a regenerar áreas desfavorecidas, facilitando o transporte motorizado e associando-as ao aumento da probabilidade de viagens, de acordo com Powers *et al.* (2019). Entretanto, os autores afirmam que essa tomada de decisão deve-se atentar às necessidades reais da população local, visto que, em algumas regiões, o percentual da população que não possui automóvel é significativo, não usufruindo diretamente da infraestrutura construída, mas sendo os principais afetados pelas repercussões desta. Quanto a isso, Rothman *et al.* (2020) mostram que rodovias urbanas e vias arteriais de alta velocidade geram ruído, vibração e poluentes que podem afetar a saúde, o bem-estar e a acessibilidade dos residentes locais. Pesquisas mostram ainda que os efeitos do ruído, poluição e risco de colisões podem impactar diretamente as escolhas de viagem, destinos, padrões de atividade e segurança de crianças (ROTHMAN *et al.*, 2019), idosos (MACKETT; TITHERIDGE; ACHUTHAN, 2010; VAUGHAN; ANCIAES; MINDELL, 2021) e outros viajantes (SOGUEL, 1995; MOUETTE; WAISMAN, 2004; MINDELL; ANCIAES, 2020).

Os residentes de ruas com elevado tráfego motorizado apresentam menor índice de interações sociais com os seus vizinhos, quando comparados às pessoas que vivem em ruas com menor tráfego (APPLEYARD; LINTELL, 1972; ROTHMAN *et al.*, 2019); os indivíduos mais afetados são as crianças e os idosos, seguidos pelas pessoas com mobilidade prejudicada e/ou por adultos que necessitam acompanhá-las (SOGUEL, 1995; MOUETTE; WAISMAN, 2004; MINDELL; ANCIAES, 2020). Além disso, as pesquisas realizadas por esses autores mostram que a área considerada como seu bairro, pelas pessoas que vivem em ruas movimentadas, é menor do que a dos residentes de ruas com trânsito leve; também, o nível do efeito barreira varia acentuadamente com a faixa etária dos pedestres (HINE; RUSSELL, 1993).

De acordo com Mindell e Anciaes (2020), o volume e a velocidade do tráfego aumentam a duração das viagens a pé e de bicicleta à medida que as pessoas precisam se desviar dos caminhos mais curtos para cruzar a via em locais considerados mais seguros. O equilíbrio entre a mobilidade e a segurança dos pedestres é influenciado diretamente pela velocidade e fluxo do tráfego, assim como o comportamento dos pedestres na travessia e suas percepções sobre a rua (HINE; RUSSELL, 1993). Neste contexto, Scholes *et al.* (2016) também afirmam que as barreiras para a mobilidade nas ruas e acessibilidade da rede incluem a velocidade e o volume

do tráfego como barreiras para os deslocamentos dos pedestres, a falta de pontos de travessia e a existência de pontos de cruzamento com tempo insuficiente para o atravessamento; além do nível de ruído ou poluição do ar. Em suas pesquisas, Anciaes *et al.* (2019) mostram inclusive que as percepções das pessoas sobre os volumes e velocidades de tráfego dependem da composição do tráfego e de como a velocidade do tráfego varia durante o dia; e que os participantes que perceberam o volume do tráfego como pesado e a velocidade do tráfego como alta são mais propensos a relatar que as condições do tráfego representam uma barreira para os seus deslocamentos a pé, levando-os a evitar caminhar por esta área (ANCIAES *et al.*, 2019).

O primeiro nível de consequências das barreiras causa desvios e atrasos nas viagens realizadas a pé (ANCIAES; JONES, 2020; MINDELL; ANCIAES, 2020). Além disso, segundo Mindell e Anciaes (2020), os efeitos primários da separação da comunidade causam: redução da mobilidade independente de crianças e idosos; descontinuidade do espaço urbano e redução das interações sociais entre pessoas que vivem de lados opostos à barreira; redução do acesso aos empregos e à educação, afetando diretamente a renda e a economia local; e, com o tempo, declínio da economia dos bairros adjacentes à barreira, devido à fuga de residentes e empresas. Além dos efeitos primários, existem os efeitos secundários, que são causados por medidas mitigadoras inadequadas que não aliviam a separação da comunidade ou provocam outras consequências indesejadas (MINDELL; ANCIAES, 2020). No geral, os impactos desses efeitos para a população vão desde a redução de atividades físicas, indução do comportamento sedentário e da mobilidade dependente, o isolamento social da população no entorno, menor índice de bem-estar, altos índices de poluição, ruídos e acidentes rodoviários (MINDELL *et al.*, 2017; ROTHMAN *et al.*, 2019; MINDELL; ANCIAES, 2020).

Como exemplo disso, as pesquisas realizadas por Powers *et al.* (2019) mostram que o aumento da proximidade residencial a uma via com intenso tráfego motorizado foi associado a uma menor probabilidade de caminhadas recreativas locais e ciclismo, além de uma redução de 12% na quantidade de destinos acessados pela população residente. Complementando, os estudos desenvolvidos por Mindell *et al.* (2017) mostram que a proporção de pessoas com o bem-estar comprometido é maior entre os entrevistados que moram mais próximo à região de estudo, ou seja, à via movimentada. Além disso, segundo os autores, a avenida estudada promove segregação espacial da comunidade, apresentando diferentes níveis de saúde e status socioeconômico para o lado oeste e leste da mesma; também, o ruído e a poluição do ar foram muito citados pelos entrevistados como um impedimento para o deslocamento a pé pela região (MINDELL *et al.*, 2017). Ainda, o efeito barreira provocado aos deslocamentos a pé e de

bicicleta também tem consequências na economia, visto que pode limitar o acesso ao emprego e reduzir o acesso à educação, fatores que estão intimamente ligados à renda dos indivíduos (MINDELL; ANCIAES, 2020).

No Brasil, segundo Silva Jr. e Ferreira (2008), dentre as consequências associadas ao efeito barreira, as que prevaleceram em seus estudos foram: insegurança, dificuldade de cruzamento da via, desestímulo ao uso de passarelas, alteração na quantidade de viagens por indivíduo e alteração da qualidade ambiental ao redor da via de estudo. A velocidade e o volume do tráfego estão diretamente associados à insegurança apresentada pelas pessoas; e a alteração da qualidade ambiental deve-se principalmente ao aumento do ruído e fumaça causada pelos veículos (Silva Jr. e Ferreira, 2008). Em um estudo com dados agregados, Lara (2019) mostra que os níveis de mobilidade urbana dos pedestres podem variar de acordo com fatores socioeconômicos (idade, renda, restrições de mobilidade, etc.) e com a proximidade da residência à infraestrutura considerada como barreira.

#### **2.4 Pedestres e travessias**

O uso de veículos motorizados vem aumentando constantemente em todo o mundo e, com isso, o risco de acidentes envolvendo os pedestres (ROTHMAN *et al.*, 2019), dentre outras consequências. De acordo com os autores, o volume de tráfego e a velocidade dos veículos são os principais fatores de risco para colisões e gravidade da colisão. Nesse contexto, os pedestres são os usuários dos sistemas de transportes mais expostos e vulneráveis a acidentes de trânsito (CANTILLO; ARELLANA; ROLONG, 2015; ROTHMAN *et al.*, 2019). A medida mais comumente empregada para travessia de vias é a implementação de passagens subterrâneas e passarelas, que não são bem recebidas pelos pedestres e ciclistas, que por vezes preferem evitá-las, mesmo que implique em um tempo extra de caminhada. Além disso, para pessoas com mobilidade reduzida é uma medida que ou é inacessível ou exige muito esforço. No geral, a população associa essa alternativa a um maior índice de crimes, evitando-as também devido ao medo (MINDELL; ANCIAES, 2020). Os estudos realizados por Vaughan, Anciaes e Mindell (2021) mostram inclusive que as pessoas que residem próximo a vias movimentadas preferem cruzamentos semaforizados em comparação à passagens subterrâneas e/ou passarelas para pedestres, e vias com menos faixas e velocidades de tráfego motorizado mais lentas.

Segundo Cantillo, Arellana e Rolong (2015) e Mindell e Anciaes (2020), as alternativas propostas pelos planejadores, como pontes para pedestres (passarelas) e faixas de pedestres em cruzamentos sinalizados, geralmente implicam em distâncias mais longas em comparação com

a travessia direta que, por sua vez, envolve um risco maior. A dificuldade (ou incapacidade) de atravessar a rua é um dos impactos negativos que influencia diretamente nos deslocamentos a pé dos indivíduos (ANCIAES; JONES; METCALFE, 2018) e os idosos e pessoas com mobilidade reduzida são os mais prejudicados nesta questão (MACKETT; TITHERIDGE; ACHUTHAN, 2010). Segundo os autores, as dificuldades com relação à travessia também são advindas do tempo disponível de verde para pedestres (quando existe semáforo para pedestres) e da acessibilidade (altura dos botões do semáforo e existência de rampas para descida das calçadas às vias). Em um estudo de preferência declarada em áreas urbanas da Inglaterra, Anciaes *et al.* (2018) mostram que 69% dos entrevistados optam por não atravessar a rua devido à falta de segurança e perigo. Além disso, em outro estudo, Anciaes e Jones (2020) mostram que os pedestres preferem evitar cruzar uma via com 2 ou 3 faixas, com canteiro central estreito ou nenhum canteiro central, densidade de tráfego média ou alta e velocidade de 30 ou 40 milhas por hora (aproximadamente 48 e 64 km/h, respectivamente), em comparação com uma via com 1 faixa, amplo canteiro central, baixa densidade de tráfego e velocidade baixa (ANCIAES; JONES, 2020).

## **2.5 Abordagens para estudo da separação da comunidade**

Um conjunto de ferramentas para medir o grau de separação da comunidade devido às ruas movimentadas e seus impactos é apresentado por Mindell *et al.* (2017). Uma dessas ferramentas, denominada “*Health and neighbourhood mobility survey*” utiliza os dados coletados a partir do questionário proposto por UCL Street Mobility & Network Accessibility (2017) e testado por Scholes *et al.* (2016), que visa avaliar as condições de saúde, bem-estar e mobilidade das pessoas de determinada região. Os estudos desenvolvidos por van Eldijk (2019) apresentam um método para quantificação do efeito barreira de rodovias e ferrovias, com o propósito principal de orientar processos de planejamento de infraestrutura de transportes. Também em busca de mensurar os impactos locais do efeito barreira provocado por uma infraestrutura de transporte, van Eldijk *et al.* (2020) apresentaram indicadores para esta mensuração, que consideram o aumento do tempo e da distância de viagem, redução das opções disponíveis de destino, mudanças nas condições de instalações comerciais e públicas e redução da eficiência dos serviços públicos (ambulâncias, transporte público, coleta de lixo, etc.).

Estudos utilizando uma abordagem analítica para a avaliação da separação da comunidade foram realizados por Lara (2019) e Lara e Rodrigues da Silva (2019, 2020). Estes estudos foram baseados na classificação da qualidade da travessia de pedestres com utilização de dados



agregados espacialmente. Os autores apresentaram dois estudos de caso, que compreenderam infraestruturas ferroviárias e vias urbanas localizadas em São Carlos (SP), cidade brasileira de porte médio. A qualidade das travessias de pedestres em vias urbanas foi realizada por meio de um índice denominado *PeCUS* (*Pedestrian Crossings on Urban Streets*). Testes de independência *Qui-quadrado* ( $\chi^2$ ) e dos resíduos padronizados de Pearson apontaram evidências de associação de que residentes com renda superior a 1.200 reais, portadores de alguma dificuldade para andar ou subir escadas ou com idade superior a 50 anos, apresentam tendência de morar próximo aos locais de melhor qualidade do *PeCUS*. Em contrapartida, pessoas cuja renda é inferior a 1.200 reais, que não apresentam nenhuma deficiência ou com idade inferior a 19 anos, apresentam a tendência de residir próximo aos locais com pior qualidade.

A partir disso, uma relação de algumas das abordagens metodológicas identificadas na literatura, concebidas para detectar o efeito barreira e sua intensidade, é mostrada na Tabela 2.

**Tabela 2** - Relação de abordagens metodológicas para detectar e quantificar o efeito barreira identificadas na literatura

<b>Abordagens metodológicas</b>	<b>Autores</b>
As relações entre as condições do tráfego e o comportamento dos pedestres determinaram a extensão do efeito barreira. A coleta de dados em campo e a análise desses permitiu identificar que a compensação entre a mobilidade e a segurança dos pedestres é influenciada pelo impacto da velocidade e do fluxo do tráfego no comportamento dos pedestres na travessia e em suas percepções sobre a via.	Hine e Russel (1993)
Utilizou uma função de avaliação para inferir o custo anual dos incômodos causados tanto na função de movimento quanto na função social (brincar e passear) dos pedestres. O efeito barreira afeta principalmente as crianças, os idosos e pessoas com mobilidade reduzida, para os quais a via se torna excessivamente larga para travessia.	Soguel (1995)
Um novo modelo de fluxo de tráfego urbano foi desenvolvido para mensurar os efeitos de separação em vias urbanas movimentadas. Foi considerado que os semáforos de trânsito frequentes produzem aglomeração de veículos e influenciam no atraso total de pedestres na travessia de uma rua.	Guo, Black e Dunne (2001)
Foi elaborada uma proposta de metodologia de avaliação do efeito barreira por meio de um modelo sistêmico envolvendo os elementos de influência, elementos causadores e os impactos decorrentes deste. A validação do modelo ocorreu por uma pesquisa de campo. Foi concluído que esse fenômeno desencadeia uma série de impactos na população residente ao redor da via, principalmente as crianças e idosos, seguido pelos adultos acompanhantes dos indivíduos com mobilidade reduzida.	Mouette e Waisman (2004)

Continua

**Tabela 2** - Relação de abordagens metodológicas para detectar e quantificar o efeito barreira identificadas na literatura (Continuação)

Abordagens metodológicas	Autores
<p>Foi realizada uma pesquisa de opinião, aplicada em residentes ao longo de uma rodovia inserida no ambiente urbano, para caracterizar e determinar a importância dos impactos resultantes do efeito barreira. Os impactos de mais destaque foram: insegurança, dificuldade de cruzamento da via, desestímulo ao uso das passarelas, alteração no número de viagens e qualidade ambiental.</p>	<p>Silva Jr. e Ferreira (2008)</p>
<p>Desenvolveram um questionário como ferramenta para medir a separação da comunidade e facilitar a avaliação de suas associações com comportamento de viagem, redes sociais, saúde física e bem-estar mental positivo. Os testes realizados mostram que uma proporção considerável de residentes locais nas áreas de estudo enfrenta barreiras de infraestrutura de transporte para a mobilidade nas ruas e acessibilidade de rede, incluindo: a velocidade e o volume do tráfego como barreiras para caminhar; falta de pontos de passagem; pontos de cruzamento com tempo inadequado para cruzar; e ruído ou poluição do ar.</p>	<p>Scholes <i>et al.</i> (2016)</p>
<p>Os autores propõem uma abordagem interdisciplinar sobre separação da comunidade em busca de facilitar o diálogo e o intercâmbio de dados entre os pesquisadores e profissionais que atuam no desenvolvimento de soluções políticas. A abordagem foi construída a partir das reflexões obtidas em <i>workshops</i> com a participação de autoridades locais, organizações não governamentais e consultores. A contribuição de diferentes disciplinas foi usada para quebrar a separação da comunidade em um conjunto de efeitos, que podem ser analisados por métodos com diferentes níveis de complexidade.</p>	<p>Anciaes <i>et al.</i> (2016)</p>
<p>O estudo explorou a associação entre residir próximo a uma rodovia urbana e se deslocar a pé e de bicicleta localmente. Foi aplicada uma pesquisa aos residentes que viviam nas áreas de estudo, visando avaliar as viagens locais a pé e de bicicleta e as características sociodemográficas. Usando modelos de regressão, foi avaliada a associação entre a proximidade da via e deslocamentos a pé e de bicicleta na região, bem como a contagem dos destinos acessados.</p>	<p>Powers <i>et al.</i> (2019)</p>
<p>Os autores avaliaram as associações entre as condições do tráfego rodoviário, a caminhada e o bem-estar mental dos participantes de uma pesquisa. A partir de um questionário elaborado para examinar a percepção dos residentes de quatro áreas urbanas da Inglaterra, modelos sequenciais foram ajustados em busca de examinar as associações entre as condições de tráfego (incluindo o volume e a velocidade) e a capacidade de caminhar localmente, o uso de estradas movimentadas, e o bem-estar dos pedestres.</p>	<p>Anciaes <i>et al.</i> (2019)</p>
<p>Um índice foi criado para medir o efeito barreira em um determinado ponto ao longo de uma via, considerando as características da via e do tráfego e as características e o tempo de caminhada até a faixa de pedestres mais próxima. O índice foi então relacionado com valores monetários e com o número estimado de viagens suprimidas.</p>	<p>Anciaes e Jones (2020)</p>

Fonte: Autora.

Na literatura estudada em relação ao efeito barreira ocasionado pelas infraestruturas de transporte e pelo tráfego de veículos motorizados observou-se carência de trabalhos que consideram este cenário em cidades de médio porte, sobretudo com relação aos países em desenvolvimento. Também, análises realizadas por meio de dados agregados trabalham com valores médios, não sendo possível capturar a percepção dos indivíduos tão precisamente quanto em uma pesquisa baseada em dados desagregados. Sendo assim, a proposta do presente estudo é analisar, por meio de dados desagregados, evidências de que uma via de elevado tráfego de veículos motorizados localizada na mesma cidade estudada por Lara (2019) atue como barreira para os deslocamentos dos pedestres pela região, justamente em busca de dar continuidade às pesquisas, preencher as lacunas existentes nos trabalhos já realizados e contribuir para a evolução dos estudos sobre o efeito barreira em cidades médias.

Além disso, com a perspectiva de efetuar uma comparação dos resultados com os de outras cidades, o questionário e a metodologia propostos neste estudo foram baseados no estudo realizado por Mindell *et al.* (2017), na pesquisa “*Health and neighborhood mobility survey*” (UCL STREET MOBILITY & NETWORK ACCESSIBILITY, 2017) e na importância em avaliar simultaneamente a percepção dos indivíduos sobre o volume e a velocidade do tráfego e suas influências na caminhada e bem-estar, destacada por Anciaes *et al.* (2019).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo são descritos procedimentos metodológicos para identificar se há indícios de que uma via importante de uma cidade média brasileira, selecionada por apresentar elevado tráfego de veículos motorizados, atue como barreira para os deslocamentos dos pedestres pela região. O estudo tem início com a aplicação de questionário (Apêndice A) a moradores e frequentadores da via e de uma área de abrangência com cerca de 800 metros no entorno desta. A partir das respostas obtidas, uma análise descritiva preliminar dos dados permite identificar a proporção de entrevistados que consideram a via uma barreira para os seus deslocamentos a pé, como mostrado nos itens 3.1 e 3.2. Posteriormente, conforme mostrado nos itens 3.3 e 3.4, é possível verificar a influência da *Velocidade* e do *Volume do Tráfego* na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira, utilizando Árvores de Decisão (AD) e Florestas Aleatórias (FA). Na sequência, o item 3.5 descreve a metodologia para identificação de associações entre o efeito barreira e as dificuldades existentes para o deslocamento a pé. O item 3.6 sintetiza, por fim, a avaliação dos fatores que são mais influentes na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira na região de estudo.

O questionário desenvolvido teve como base o conjunto de ferramentas desenvolvido por Mindell *et al.* (2017) para medir o grau de separação da comunidade devido a ruas movimentadas e seus impactos. A metodologia aqui proposta foi aplicada em um estudo de caso no município de São Carlos/SP, que será apresentado em mais detalhes no próximo capítulo.

#### 3.1 Análise descritiva dos dados

O questionário utilizado para este estudo contém, em sua totalidade, 37 questões, que abordam assuntos relacionados à caracterização dos entrevistados, às suas interações sociais e às características de viagem e mobilidade, como mostrado no Apêndice A. A estratégia adotada prevê que os dados sejam coletados em pesquisa de campo, preferencialmente por meio de dispositivos eletrônicos (celulares, *tablets*, entre outros dispositivos) que sejam compatíveis com a interface do questionário. Para este estudo, a interface foi criada por meio do aplicativo *Open Data Kit* (ODK), que permite a coleta de dados de forma *off-line* e envia para um servidor quando uma conexão de rede está disponível. Além disso, permite que os dados tabulados sejam extraídos em planilhas eletrônicas.

A distância considerada caminhável em uma região pode variar de acordo com as condições do pedestre e da infraestrutura ofertada. Para este estudo, decidiu-se adotar a distância de até

800 metros, considerada razoável para caminhadas. Dessa forma, as entrevistas devem ser aplicadas a moradores, trabalhadores e frequentadores em uma área de até 800 metros a partir da via de estudo e que aceitem participar voluntariamente da pesquisa. O questionário possui tempo aproximado de preenchimento de cerca de 20 minutos. As entrevistas, realizadas em horário comercial (das 8 às 18 horas) e de segunda-feira a sexta-feira, devem envolver pessoas de ambos os sexos, desde que com idade igual ou superior a 18 anos. É recomendado que a amostra seja aleatória, obtida, por exemplo, por meio de sorteio das residências e estabelecimentos pertencentes à área de estudo. Com relação às pessoas questionadas na própria via, é interessante que sejam também selecionadas aleatoriamente na região de estudo.

A partir dos dados coletados é possível tabular as respostas obtidas e, posteriormente, realizar o tratamento dos dados, visando eliminar aqueles entrevistados que não responderam questões fundamentais para a continuidade do estudo. Uma análise descritiva dos dados permite observar os valores das classes correspondentes à cada questão e elaborar gráficos representativos das características dos entrevistados e de suas percepções sobre os deslocamentos a pé, sobre o efeito barreira e sobre as dificuldades enfrentadas nessa situação.

Para os fins propostos neste estudo, os dados obtidos com o questionário (Apêndice A) podem ser divididas em três grupos de variáveis: *i*) Caracterização dos entrevistados, *ii*) Interações sociais e *iii*) Viagens e mobilidade. Na sequência, são apresentadas as variáveis correspondentes a cada um desses grupos, suas respectivas características e as questões à que dizem respeito.

i) Caracterização dos entrevistados:

- 1 variável quantitativa contínua: *Q5\_Distancia* (calculada com base na Questão 5).
- 4 variáveis quantitativas discretas: *Q6\_TempoResid* (tempo de residência no endereço declarado - Questão 6), *Q7\_TempoReg* (tempo que mora na região - Questão 7), *Q8\_Carros* e *Q8\_Motos* (quantidades dos respectivos veículos no domicílio - Questão 8).
- 2 variáveis categóricas nominais: *Q1\_Genero* (Questão 1), que apesar de ser denominada desta maneira será abordada como variável *sexo* neste trabalho, visto que se limita às categorias “Feminino” e “Masculino”; e *Q4\_Imovel* (se reside em imóvel, próprio, alugado, cedido ou outro - Questão 4).

- 4 variáveis categóricas ordinais: *Q2\_Idade* (faixa etária - Questão 2), *Q3\_Escolaridade* (nível de formação - Questão 3), *Q9\_Renda* (faixa de renda da família - Questão 9) e *Q10\_Saude* (estado de saúde - Questão 10).
- ii) Interações sociais:
- 2 variáveis quantitativas discretas: *Q11\_Ap\_SeuLado* (quantidade de vizinhos conhecidos do mesmo lado da rua em que reside, com base na Questão 11), *Q12\_Ap\_OutroLado* (quantidade de vizinhos conhecidos do outro lado da rua - Questão 12).
  - 11 variáveis categóricas ordinais:
    - *Q13\_Vizinhos\_Visita* (frequência com que visita os vizinhos - Questão 13), *Q14\_Vizinhos\_Contato* (frequência com que mantém contato com os vizinhos por telefone ou de outra maneira - Questão 14),
    - Questão 15 - *Q15\_Integra* (se o entrevistado se sente integrado à região), *Q15\_Vandalismo* (se vandalismo e pichações são um problema na região), *Q15\_Solitario* (se o entrevistado se sente solitário na região), *Q15\_Confiavel* (se as pessoas da região são confiáveis), *Q15\_Medo* (se as pessoas têm medo de caminhar à noite na região), *Q15\_Amigavel* (se as pessoas da região são amigáveis), *Q15\_Tirar\_Proveito* (se as pessoas da região tiram proveito de outras pessoas), *Q15\_Limpa* (se a região é muito limpa) e *Q15\_Ajuda* (se as pessoas da região oferecem ajuda quando necessário).
- iii) Viagens e mobilidade:
- 17 variáveis categóricas nominais:
    - *Q16\_DifcilCaminhar* (dificuldade de caminhar ou subir degraus - Questão 16), *Q17\_Defic\_DifDesloc* (deficiência motora permanente que dificulte o deslocamento - Questão 17), *Q18\_Defic\_LimAtiv* (deficiência física/motora permanente que limite suas atividades - Questão 18);
    - Questão 22 - Se o entrevistado já presenciou, na região, dificuldade relacionada à: *Q22\_Dif\_Trafego* (rua congestionada ou perigosa devido ao tráfego), *Q22\_Dif\_TravSegura* (ausência de travessias seguras), *Q22\_Dif\_Semaforo* (semáforo com tempo insuficiente para realizar a travessia); *Q22\_Dif\_Caminhos* (caminhos ruins, com iluminação e/ou pavimentação deficientes); *Q22\_Dif\_Poluicao* (poluição sonora ou poluição do ar); *Q22\_Dif\_MedoViol* (medo de roubos, furtos ou violência); *Q22\_Dif\_Esforco*

(trechos que exigem esforço físico excessivo); *Q22\_Dif\_CruzAcessivel* (falta de cruzamentos acessíveis); *Q22\_Dif\_Obstaculos* (pouca visualização dos veículos devido à presença de obstáculos); *Q22\_Dif\_Largura* (via larga, a ponto de não dar tempo para atravessar); e *Q22\_Dif\_Canteiro* (existência de canteiro central impedindo/dificultando a travessia);

- *Q31\_Rua\_Mov* (qual a rua mais movimentada perto de onde mora - Questão 31), *Q32\_Rua\_MovMora* (se o respondente reside na rua mais movimentada - Questão 32), *Q33\_Rua\_MovNaoAtrav* (se evita circular ou atravessar a rua mais movimentada - Questão 33).
- 22 variáveis categóricas ordinais:
  - *Q19\_Nviagens* (quantidade média de viagens a pé por dia - Questão 19), *Q20\_Tviagens* (duração dessas viagens - Questão 20);
  - *Q21\_Seguro\_Mov\_Pess* e *Q21\_Seguro\_Mov\_Veic* (se o entrevistado sente-se mais seguro em ruas com maior movimento de veículos ou pedestres, respectivamente); *Q21\_Evita\_RuasPoucoMov* (se evita circular por ruas com pouco movimento de pessoas ou veículos); *Q21\_Pref\_Comercial* e *Q21\_Pref\_Residencial* (se prefere caminhar por ruas onde há estabelecimentos comerciais ou onde há residências, respectivamente), *Q21\_Pref\_Salubridade* (se não possui problemas em caminhar por ruas com muito lixo e vegetação alta), *Q21\_Pref\_Semaforo* e *Q21\_Pref\_Faixa\_Ped* (se prefere atravessar em locais onde há semáforo ou faixa de pedestres, respectivamente), *Q21\_PrefAtravOport* (se prefere atravessar quando há oportunidade, independentemente de ser fora da faixa de pedestres ou semáforo), *Q21\_Canteiro\_Atrapalha* (se a presença de canteiro central atrapalha no cruzamento das ruas) e *Q21\_Local\_Faixa\_Ped* (se as faixas de pedestres da rua mais movimentada próximo à sua residência são bem localizadas e sempre as utiliza);
  - *Q25\_Velocidade* e *Q25\_Volume* (se a velocidade/volume do tráfego impede que o respondente atinja seus destinos caminhando - Questão 25);
  - *Q28\_Vol\_RuaMora* e *Q29\_Veloc\_RuaMora* (como avalia o volume e a velocidade do tráfego na rua onde mora, respectivamente - Questão 28 e 29), *Q34\_Vol\_RuaMov* e *Q35\_Veloc\_RuaMov* (como avalia o volume e a velocidade do tráfego na rua mais movimentada, respectivamente - Questão 34 e 35), *Q30\_Tempo\_RuaMora* e *Q36\_Tempo\_RuaMov* (qual o tempo de espera

para travessia da via onde mora e da rua mais movimentada, respectivamente - Questão 30 e 36), *Q37\_Freq\_RuaMiguelP* (frequência com que cruza a Rua Miguel Petroni como pedestre - Questão 37).

### 3.2 Análise do efeito barreira

Entre outras questões, pergunta-se aos entrevistados se a *Velocidade do Tráfego* e o *Volume do Tráfego* (Questão 25) constituem uma barreira que impede ou dificulta que atinjam seus destinos a pé. As alternativas para essas questões são: “nunca”, “raramente”, “às vezes”, “geralmente” ou “sempre”. De acordo com a quantidade de observações, pode ser interessante agrupar as alternativas para análise dos dados, resultando em duas classes: aqueles que não consideram (nunca e raramente) e aqueles que consideram (às vezes, geralmente e sempre) a *Velocidade do Tráfego* ou o *Volume do Tráfego* como uma barreira para os deslocamentos dos pedestres. Os resultados de saída, neste caso, são variáveis binárias de duas classes, onde SIM (ou Classe 1) corresponde à velocidade (ou ao volume) como empecilho para os deslocamentos a pé e NÃO (ou Classe 0) corresponde à negação.

Para as análises aqui propostas, com Árvore de Decisão e Florestas Aleatórias, recomenda-se que a amostra seja dividida aleatoriamente em uma porcentagem para treinamento do modelo e o restante reservado para validação, em uma proporção que pode variar de acordo com o perfil da amostra obtida.

Como os entrevistados não são obrigados a responder a todas as questões, em alguns casos pode haver dados omissos. Uma estratégia para minimizar este problema, desde que a quantidade de dados omissos não comprometa a representatividade dos resultados, é optar pela imputação aproximada de substitutos. Para isso, no caso de variáveis numéricas se utiliza a mediana da amostra completa e, no caso de variáveis categóricas, adota-se o nível mais frequente daquela categoria. Esse procedimento pode ser realizado pelo *software R* (bem como pelo *RStudio*, que tem interface mais amigável), por meio de pacotes específicos para dados omissos. O *software* em questão pode ser também utilizado para as análises com Árvore de Decisão e Florestas Aleatórias, técnicas descritas na sequência.

### 3.3 Árvore de Decisão (AD)

Árvore de Decisão é um método em que as observações são dispostas em um formato semelhante a uma árvore, em que as folhas caracterizam resultados e os ramos as condições baseadas nas entradas para o modelo. Neste caso, as folhas representam a quantidade de



pessoas, ou porcentagem da amostra, que aponta a *Velocidade* ou o *Volume do Tráfego* como uma barreira (Classe 1) ou não (Classe 0), enquanto os ramos representam as variáveis independentes que foram importantes para chegar até essa decisão.

O algoritmo utilizado para análise dos dados neste caso deve ser o denominado CART, em que as ADs são binárias e a divisão dos dados é feita a partir do nó pai em dois subconjuntos de nós filhos, considerando a melhor bifurcação das observações. Os nós filhos formados até então, na próxima divisão se tornam os novos nós pais, e outra bifurcação é realizada, até que todas as observações sejam classificadas com base nos critérios de divisão escolhidos. No caso de variáveis quantitativas, para encontrar a divisão binária ideal, considera-se qualquer um dos valores presentes. Já para variáveis categóricas, deve-se considerar todas as possibilidades existentes no conjunto de níveis. As divisões binárias ocorrem até que todas as observações sejam classificadas (SHAIKHINA *et al.*, 2019). Além disso, trata-se de uma técnica não-paramétrica, ou seja, não depende de suposições fornecidas por alguma distribuição de probabilidade.

Com auxílio do *software R*, utilizando o algoritmo proposto, podem ser geradas as ADs necessárias para análise dos dados. Baseado nos critérios de divisão, as observações serão divididas em nós binários até que se alcance a melhor performance do modelo, ou seja baixa impureza dos nós gerados. Os nós impuros, ao contrário dos nós homogêneos, não possuem todas as observações em uma mesma classe (IBM CORPORATION, 2016). Para isso, a medida de impureza a ser utilizada neste estudo é a medida padrão Gini, em que o valor ótimo ocorre quando todos os casos de um nó se enquadram em uma única categoria (ou seja, SIM, os entrevistados consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira, ou NÃO, não consideram, por exemplo).

As variáveis consideradas dependentes, neste caso, são a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego*, em modelos distintos, e as demais variáveis são consideradas independentes. Os critérios utilizados para estruturação da AD devem ser os seguintes: *minsplit* (número de observações necessárias em um nó para que se tente uma divisão, *minbucket* (número mínimo de observações em qualquer nó terminal) e *maxdepth* (profundidade máxima da árvore final, com o nó raiz contado como profundidade 0). A partir da variável dependente, das variáveis independentes e variando os critérios citados, pode-se gerar algumas ADs solitárias, com o propósito de observar as variações dos parâmetros de desempenho das mesmas e, por fim, escolher, para análise, as que obtiverem melhores resultados.

A matriz que resume as diferenças entre os resultados binários previstos pela AD e os resultados esperados recebe o nome de matriz de confusão. Em sua composição, apresenta o número de verdadeiros positivos (TP), verdadeiros negativos (TN), falsos positivos (FP) e falsos negativos (FN), sendo que a soma de  $TP + TN + FP + FN = n$  é o número total de observações daquele conjunto de dados (SHAIKHINA *et al.*, 2019).

Ou seja, o método de Árvore de Decisão buscará, nesta pesquisa, classificar os dados coletados quanto às duas variáveis caracterizadoras do estudo: velocidade e volume do tráfego. A classificação será binária, com uma classe representando aqueles que consideram a velocidade e o volume do tráfego uma barreira e a outra classe o contrário. Essa classificação é realizada, na árvore, por meio das demais variáveis existentes no questionário, variáveis as quais acredita-se que influenciam a percepção dos pedestres sobre a velocidade e o volume do tráfego motorizado.

O fluxograma resultante é construído testando as variáveis que apresentam melhor desempenho (ou menor impureza) para a divisão realizada, até que os critérios limites de divisão sejam atingidos. Para a divisão de um novo nó, são realizados cruzamentos entre as variáveis, que são comparadas entre si visando identificar a variável menos impura para representar aquele nó. A melhor configuração acontece quando toda a amostra é classificada em um nó pertence a uma única classe e, nestes casos, os nós são considerados homogêneos. Além disso, a aplicação desta técnica aos dados coletados previamente objetiva classificar as observações quanto ao efeito barreira, obtendo as variáveis independentes que mais influenciam a percepção dos pedestres sobre isto, além de identificar algumas características que levam os entrevistados a optarem por cada uma das classes da variável dependente.

### **3.4 Floresta Aleatória (FA)**

A técnica denominada Floresta Aleatória, segundo Breiman (2001), é uma forma de classificação que consiste em um conjunto de Árvores de Decisões independentes entre si, em que cada AD resultante passa a compor um vetor e, em seguida, computa um voto unitário para a classe mais popular de entrada. O conjunto de votos gerados é menos vulnerável a *outliers* do que as ADs solitárias, além de melhorar a robustez dos resultados (SHAIKHINA *et al.*, 2019). Em contrapartida, a técnica perde na precisão da interpretação, visto que não é possível analisar todas as ADs geradas, mas sim um conjunto de variáveis importantes baseadas nas mesmas.

Uma Árvore de Decisão componente de uma Floresta Aleatória é gerada aleatoriamente a partir do conjunto de árvores possíveis de serem criadas com a base de dados. A combinação de uma grande quantidade dessas ADs gera modelos mais precisos (SEKHAR, MINAL e MADHU, 2016). Segundo os autores, quando gerada para fazer parte de uma FA, a AD não é podada com os critérios citados (*minsplit*, *minbucket* e *maxdepth*) sendo salva em seu formato original. A partir disso, a classificação da FA é realizada considerando as classes que obtiveram maior parte dos “votos” nas ADs solitárias.

A partir do *software R*, utilizando o pacote *randomForest* é possível gerar Florestas Aleatórias. Neste estudo, são consideradas as mesmas variáveis utilizadas para construção da AD, com o intuito de comparar os resultados de ambas as técnicas posteriormente. Para a FA, os parâmetros de entrada, além das variáveis, foram: número de árvores a serem geradas (*ntree*), amostra de treinamento gerada para validação (*data*) e importância das variáveis (*importance*). Ou seja, a técnica de Floresta Aleatória, neste estudo, irá gerar *n* diferentes Árvores de Decisão para uma mesma configuração de variáveis e, para cada uma dessas, será avaliada a variável mais importante e que mais contribuiu para predição do modelo, computando um “voto”. Ao final, o gráfico de variáveis importantes apresentará, dentro todas as árvores analisadas, quais foram as variáveis que mais se destacaram.

As seguintes métricas de desempenho padrão, segundo Shaikhina *et al.* (2019), podem ser usadas para avaliar a precisão de AD e FA: 1) Acurácia, que mede a proporção de observações corretamente identificadas de ambas as classes; 2) Valor Preditivo Positivo (ou Precisão), que mede a probabilidade de um valor avaliado como positivo ser realmente positivo e é calculado pela divisão dos positivos verdadeiros pela soma dos positivos verdadeiros e falsos; 3) Valor Preditivo Negativo, que mede a probabilidade de um valor avaliado como negativo ser realmente negativo, e é calculado pela divisão entre os falsos negativos pela soma dos negativos verdadeiros e falsos; 4) Sensibilidade, que mede a proporção de positivos que são identificados corretamente; e 5) Especificidade, que mede a proporção de negativos que são identificados corretamente. Dessa forma, com os modelos de Floresta Aleatória é possível avaliar as variáveis de maior importância para a percepção dos entrevistados sobre o efeito barreira e comparar este resultado com o resultado obtido pela AD solitária de melhor desempenho.

Neste estudo, as técnicas de AD e FA serão aplicadas a quatro grupos de variáveis diferentes para cada uma das variáveis dependentes (*Velocidade* e *Volume do Tráfego* - Questão 25). A princípio, tanto a velocidade quanto o volume são, separadamente, variáveis

dependentes para as análises envolvendo: *i*) Caracterização dos entrevistados, *ii*) Interações sociais e *iii*) Viagens e mobilidade. Por fim, para cada variável dependente, são selecionadas as variáveis destacadas como mais relevantes nos três grupos analisados individualmente e, em seguida, realizada nova análise (*iv*) a partir das variáveis independentes em destaque. Pretende-se a partir disso identificar, entre todas as variáveis, as que mais influenciam na percepção do pedestre sobre o efeito barreira.

### 3.5 Associação entre variáveis (*Qui-quadrado*)

Outra técnica a ser utilizada é o teste *Qui-quadrado* de independência, um teste de hipóteses muito utilizado para comparar proporções e avaliar a associação entre variáveis categóricas. A partir de tabelas de contingência que contenham as variáveis estudadas, calcula-se o valor de *Qui-quadrado* pela Equação 1 (AGRESTI, 2007) e seu respectivo *p*-valor. Com base no nível de confiança adotado e dos graus de liberdade da tabela de contingência, encontram-se os valores limites de *Qui-quadrado* ( $\chi^2$ ). Por fim, comparando os valores calculados com os valores teóricos, é possível aceitar ou rejeitar a hipótese nula de independência entre as variáveis ( $H_0$ ) e verificar o grau de dependência entre elas.

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Observado} - \text{Esperado})^2}{\text{Esperado}} \quad (1)$$

em que  $\chi^2$ : *Qui-quadrado*;

*Observado*: valores correspondentes aos coletados; e

*Esperado*: valores correspondentes aos esperados.

Essa técnica também permite o cálculo do valor residual padronizado de *Pearson* (*Standardized Pearson Residuals - SPR*), mostrado na Equação 2 (AGRESTI, 2007). O *SPR* compara as células da tabela de contingência, mostrando o grau de dependência entre as variáveis e qual afeta mais a natureza da evidência encontrada com o resultado do teste de *Qui-quadrado* ( $\chi^2$ ). Sob a hipótese nula de que as duas variáveis são independentes, os resíduos ajustados terão uma distribuição normal padrão, com média 0 e desvio padrão 1.

$$SPR = \frac{\text{Observado} - \text{Esperado}}{\sqrt{(\text{Esperado} * (1 - \frac{L_{total}}{Total})) * (1 - \frac{C_{total}}{Total})}} \quad (2)$$

em que *SPR*: *Standardized Pearson Residuals*

*L<sub>total</sub>*: soma das contagens observadas na linha;

*C<sub>total</sub>*: soma das contagens observadas na coluna; e

*Total*: soma de todas as contagens observadas.

Segundo Agresti (2007), para tabelas pequenas, um valor de resíduo ajustado (*SPR*) que exceda o valor dois (ou, mais precisamente, 1,96) é significativamente maior do que seria esperado se a hipótese nula fosse verdadeira, com um nível de significância de 0,05. Isso indica que as células contribuem muito para o valor do *Qui-quadrado* ( $\chi^2$ ) e não se ajustam a  $H_0$ . Em tabelas 2 x 2, os resíduos ajustados terão o mesmo valor absoluto, mas 2 deles serão negativos e 2 positivos.

Neste estudo, o teste *Qui-quadrado* de independência possibilita avaliar se as dificuldades presentes no deslocamento a pé (Questão 22) possuem indícios de associação com as características individuais e a percepção dos entrevistados sobre o efeito barreira, caracterizado, neste caso, pela *Velocidade* e *Volume do Tráfego* (Questões 25 e 26, respectivamente). Uma limitação para a aplicação desta técnica diz respeito à quantidade de observações nas células da tabela de contingência, dado que, no máximo, 20% das células de frequência esperada podem ser inferiores a 5 unidades. De acordo com a quantidade de observações coletadas e a distribuição destas entre as alternativas, não se torna possível a aplicação deste teste, a não ser fazendo uso de recursos de permutação (o que não foi considerado neste estudo).

### **3.6 Avaliação dos fatores de influência na percepção dos usuários sobre o efeito barreira**

A partir dos resultados obtidos com a aplicação dos métodos propostos (análise descritiva, Árvores de Decisão, Florestas Aleatórias e teste *Qui-quadrado* de independência) é possível identificar as variáveis de maior influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira existente na região. É o caso, por exemplo, da distância que o entrevistado reside da via de estudo. É possível também identificar padrões entre os usuários que consideram a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* um empecilho para os seus deslocamentos a pé.

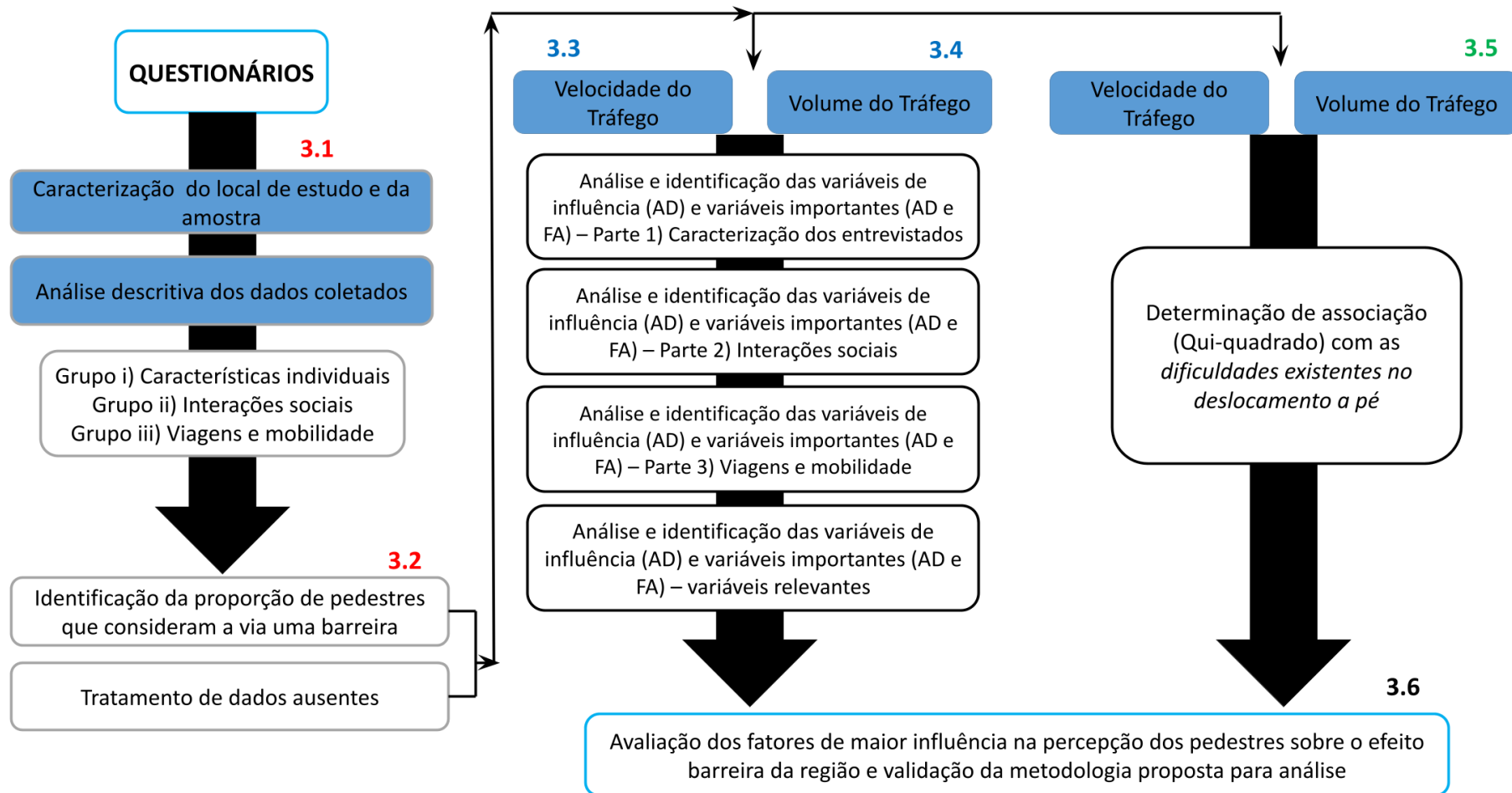
Para melhor compreensão dos procedimentos metodológicos a serem seguidos para o desenvolvimento deste estudo, a Tabela 3 relaciona as seis etapas descritas nessa seção, com os seus respectivos itens, nos capítulos de Metodologia e Resultados. Além disso, a Figura 1 ilustra essas informações, ordenando as etapas a serem realizadas para que os objetivos iniciais sejam atingidos.

**Tabela 3 - Etapas da metodologia e associação com os itens do capítulo de resultados**

<b>Etapa</b>	<b>Item Metodologia</b>	<b>Item Resultados</b>	<b>Descrição da etapa</b>
1	3.1	4.1	Caracterização do estudo e dos dados coletados
		4.1.1	Descrição do local de estudo e caracterização da amostra
		4.1.2	Análise descritiva dos dados coletados
2	3.2	4.2	Identificação da proporção de entrevistados que consideram a via de estudo como uma barreira para os deslocamentos a pé (com base na <i>Velocidade</i> e no <i>Volume</i> do tráfego) e tratamento dos dados ausentes
3	3.3 e 3.4	4.3	Análise a partir da <i>Velocidade</i> do tráfego
		4.3.1	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Velocidade</i> e Parte 1) Caracterização dos entrevistados
		4.3.2	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Velocidade</i> e Parte 2) Interações sociais
		4.3.3	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Velocidade</i> e Parte 3) Viagens e mobilidade
		4.3.4	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Velocidade</i> e Variáveis significativas extraídas de (1), (2) e (3)
4	3.3 e 3.4	4.4	Análise a partir do <i>Volume</i> de tráfego
		4.4.1	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Volume</i> e Parte 1) Caracterização dos entrevistados
		4.4.2	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Volume</i> e Parte 2) Interações sociais
		4.4.3	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Volume</i> e Parte 3) Viagens e mobilidade
		4.4.4	Análise e identificação das variáveis de influência (AD) e variáveis relevantes (AD e FA) - <i>Volume</i> e Variáveis significativas extraídas de (1), (2) e (3)
5	3.5	4.5	Associação entre variáveis
		4.5.1	Determinação de associação ( <i>Qui-quadrado</i> ) entre as <i>Dificuldades Existentes no Deslocamento a Pé</i> e a <i>Velocidade</i> do Tráfego
		4.5.2	Determinação de associação ( <i>Qui-quadrado</i> ) entre as <i>Dificuldades Existentes no Deslocamento a Pé</i> e o <i>Volume</i> do Tráfego
6	3.6	4.6	Avaliação dos fatores de maior influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira da região e validação da metodologia proposta para análise

Fonte: Autora.

**Figura 1-** Ilustração dos procedimentos metodológicos que compõem a metodologia



Fonte: Autora.



## 4. ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados, na sequência indicada na Tabela 3 e na Figura 1, os resultados obtidos, em um estudo de caso, com a aplicação dos procedimentos metodológicos para avaliação dos fatores de maior influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira caracterizado pela *Velocidade* e *Volume do Tráfego* e uma análise do potencial dos modelos de classificação de Árvore de Decisão (AD) e Floresta Aleatória (FA) para predição da percepção dos usuários sobre este efeito.

No item 4.1 são exibidos a caracterização do local de estudo e da amostra obtida e é apresentada uma análise descritiva dos dados. A identificação da proporção de entrevistados que consideram a via de estudo uma barreira para os deslocamentos a pé e o tratamento dos dados ausentes são apresentados no item 4.2. Nos itens 4.3 e 4.4 são apresentadas as análises utilizando Árvore de Decisão e Floresta Aleatória com as variáveis *Velocidade* e *Volume do Tráfego*, respectivamente. A identificação de associações entre as dificuldades existentes nos deslocamentos a pé e o efeito barreira é exibida no item 4.5. Por fim, no item 4.6 é feita a avaliação dos fatores que tiveram maior influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira na região de estudo e da metodologia proposta para análise deste.

As análises apresentadas nos itens 4.3 e 4.4 foram divididas em quatro partes:

- Análise 1) Caracterização dos entrevistados
- Análise 2) Interações sociais
- Análise 3) Viagens e mobilidade
- Análise 4) Variáveis mais relevantes obtidas na Análises (1), (2) e (3)

Cada um desses grupos corresponde a um conjunto de questões relacionadas às variáveis independentes que foram analisadas, separadamente, com as duas variáveis dependentes características do efeito barreira neste estudo: *Velocidade* e *Volume do Tráfego* (Questão 25).

### 4.1 Caracterização do estudo, da amostra e dos dados coletados

Nesta seção primeiramente serão apresentados a caracterização da área de estudo e do cálculo amostral realizado para determinação da quantidade de observações a serem coletadas em campo. Em seguida, será exibida uma análise descritiva dos dados coletados por meio do questionário.

#### 4.1.1 *Caracterização da área de estudo e da amostra*

A metodologia exposta anteriormente foi aplicada em um estudo de caso no município de São Carlos, no estado de São Paulo. A cidade possui população estimada de 254.484 pessoas (estimativa para 2021 a partir do censo realizado em 2010). Além disso, apresenta área territorial urbana de aproximadamente 80 km<sup>2</sup> na sede do município (FUNDAÇÃO SEADE, 2020; PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS, 2020). Segundo a Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (FUNDAÇÃO SEADE, 2020), 16,63% de sua população têm idade inferior a 15 anos e 17,35% têm idade superior a 60 anos, sendo aproximadamente 100% da população atendida com serviços de coleta de lixo, abastecimento de água e tratamento de esgoto sanitário. Além disso, segundo a mesma fonte, a taxa de analfabetismo da população com idade igual ou superior a 15 anos é de 3,66% e 67,63% dos indivíduos entre 18 e 24 anos têm ensino médio completo, número mais alto do que a taxa de 57,89% do estado de São Paulo. O município em questão foi escolhido para esta análise por se tratar de uma cidade de médio porte (para os padrões brasileiros) e, devido ao desenvolvimento e aumento do tráfego de veículos, apresentar desafios para os deslocamentos dos pedestres em determinadas regiões.

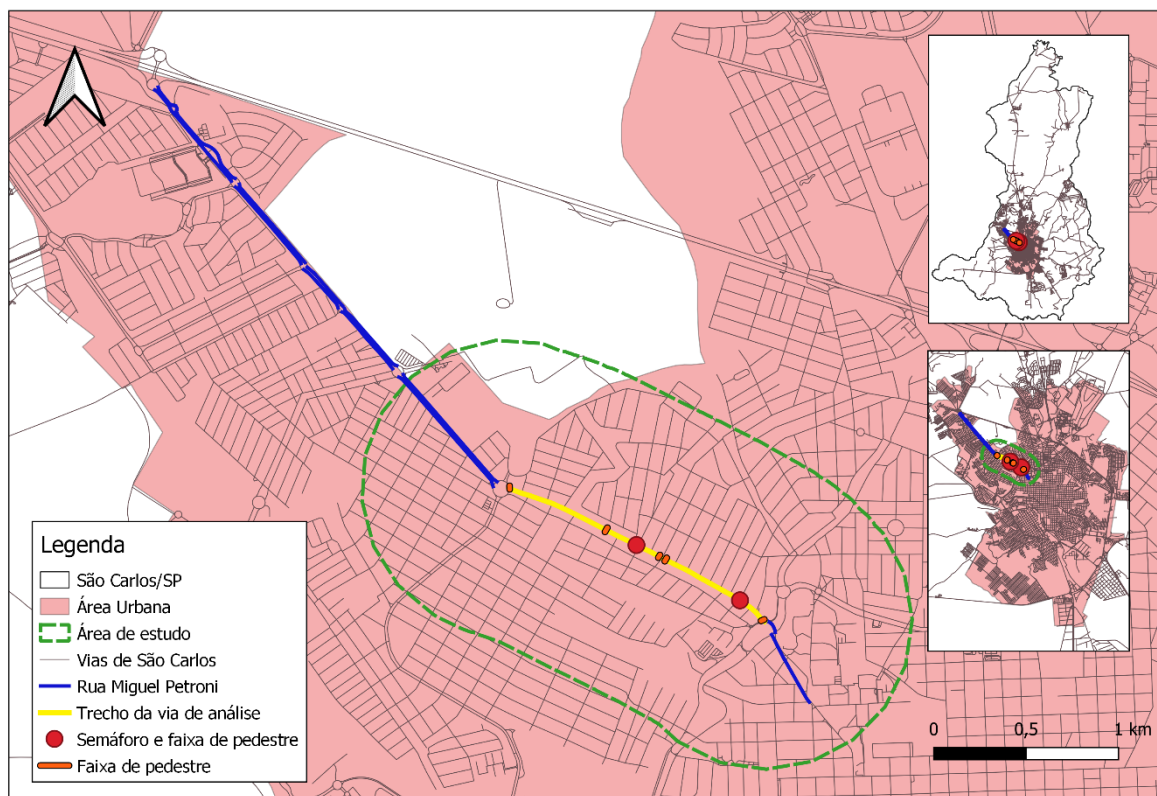
A área específica do município selecionada para o estudo compreende um trecho de cerca de 1,5 km da Rua Miguel Petroni (Figura 2), via urbana com intenso tráfego de veículos motorizados e 4,9 km de comprimento no total. A partir do sistema viário do município, o trecho foi selecionado por apresentar volume de tráfego que varia entre médio e alto (600 e 1.000 veículos por hora), segundo dados disponibilizados pela Prefeitura Municipal de São Carlos e representar, previamente, um desafio para a movimentação de pedestres e ciclistas, principalmente nos horários de pico. A Rua Miguel Petroni é caracterizada como principal, o sentido de tráfego é de mão única, majoritariamente com duas faixas e uma faixa destinada ao estacionamento de veículos automotores à esquerda. Além disso, segundo classificação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT, 2010), trata-se de uma via arterial secundária, com velocidade máxima permitida variando entre 50 e 60 km/h.

Considerando uma distância razoável para os deslocamentos locais, principalmente para os realizados a pé, para aplicação da pesquisa foi selecionada uma faixa de área distante em 800 metros do trecho de seleção da via de estudo, como mostrado na Figura 2. Vale destacar que como a Rua Miguel Petroni é de sentido único, a via que atende ao fluxo em sentido oposto, localizada paralela à mesma, é a Rua Miguel João. Apesar da Rua Miguel João não ter sido

incluída no objetivo principal desta pesquisa, faz parte da região demarcada e foi muito citada pelos entrevistados, podendo ser alvo de uma análise mais aprofundada no futuro.

Ainda sobre a região de estudo, segundo dados disponíveis no *website* da Secretaria de Segurança Pública do Estado de São Paulo (SSP, 2017), a taxa de crimes/1.000 habitantes na região é 9,876, menor do que a de 16,485 do município em geral. A taxa de homicídios/1.000 habitantes da região é de 0,067, enquanto a de São Carlos é de 0,274. Portanto, a região da Rua Miguel Petroni apresenta índices de criminalidade e de homicídio inferiores aos índices totais da cidade. Sobre o uso do solo, a região divide-se entre residências e estabelecimentos comerciais de bens e serviços. Além disso, embora em alguns locais apresente semáforos e faixas de pedestres, como demonstrado na Figura 3, são comuns reclamações da população sobre a dificuldade de travessia na via e ocorrência de situações que apresentem perigo aos pedestres (G1 SÃO CARLOS E ARARAQUARA, 2015).

**Figura 2** - Localização da Rua Miguel Petroni (São Carlos, SP) e da área de estudo



Fonte: Autora.

**Figura 3** - Uso do solo e movimentação em uma das interseções da Rua Miguel Petroni, área de estudo em São Carlos (SP)



Fonte: Autora.

Para avaliar se a via selecionada constitui uma barreira que interfere significativamente nos deslocamentos, nos acessos aos bens e serviços e no bem-estar da população, foi aplicado questionário com 37 questões e um espaço para opinião, como mostrado no Apêndice A. A formulação do questionário foi baseada no modelo desenvolvido por Mindell *et al.* (2017). A aplicação dos questionários por meio de entrevistas a moradores, trabalhadores e frequentadores da área de estudo foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos, sob o Parecer nº 4.043.848, de 2020.

O questionário, desenhado para permitir diversas análises, envolve questões relacionadas à caracterização do entrevistado (idade, formação acadêmica, renda, endereço, estado de saúde etc.); às interações sociais (contato com vizinhos, integração à região, confiabilidade das pessoas, medo de caminhar sozinho durante a noite, limpeza da região etc.); às viagens e mobilidade (dificuldades de caminhar, deficiências, quantidade de viagens a pé e duração delas, existência de faixa de pedestres, se a velocidade e o volume do tráfego representam barreiras para atingir algum destino caminhando, caracterização da rua onde mora e da rua próxima que considera mais movimentada, etc.); e, por último, um espaço aberto para o respondente expor sua opinião (nesta parte as respostas foram gravadas em áudio).

As entrevistas, com cerca de 20 min de duração, foram realizadas pessoalmente, com o apoio de dispositivos eletrônicos (*smartphones*) devido à conveniência para a coleta e à padronização dos dados. A coleta envolveu somente voluntários com idade igual ou superior a 18 anos que tivessem realizado ao menos uma viagem a pé por dia na semana anterior à qual foi realizada a entrevista (semana de referência). A abordagem dos entrevistados foi realizada

em casas, em apartamentos, em estabelecimentos comerciais locais e nas ruas, em horário comercial (entre 8h00 e 18h00), de segunda-feira a sexta-feira, no mês de março de 2020.

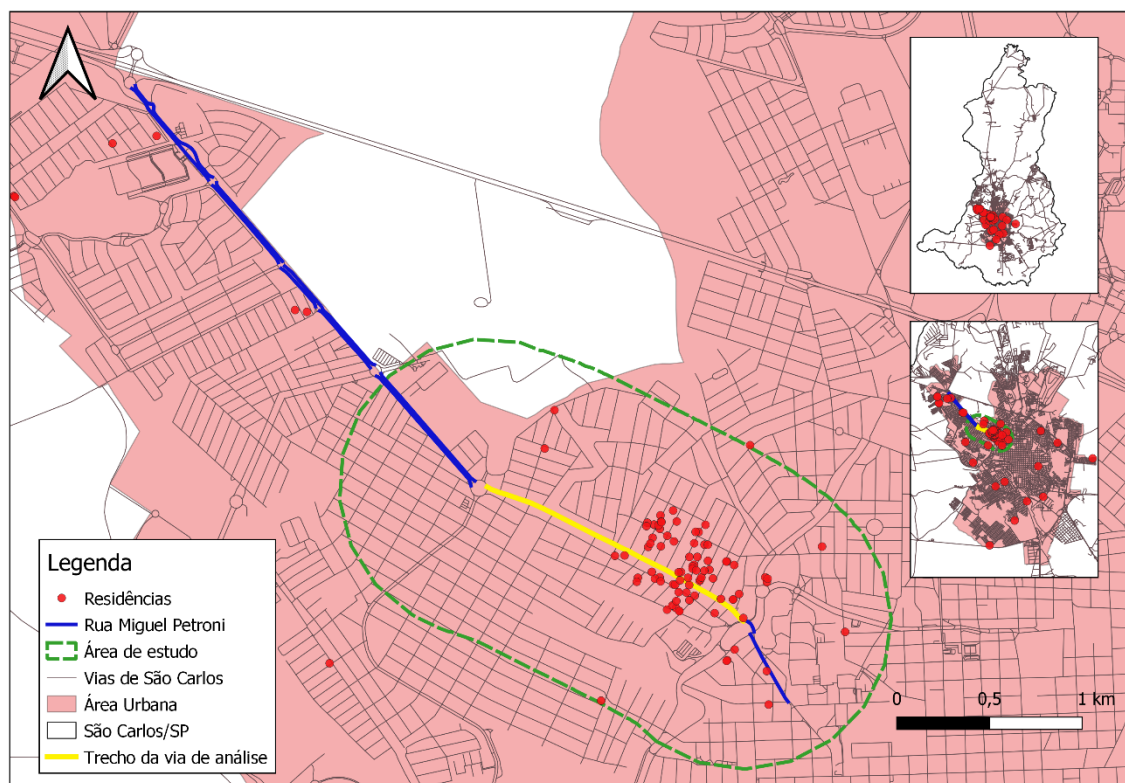
Os dados censitários de 2010 (IBGE, 2010) permitiram estimar que cerca de 15 mil habitantes residem em uma faixa de área distante em 800 metros do trecho de seleção da via de estudo, demarcada na Figura 2, distância adotada por ser considerada razoável para os deslocamentos locais, inclusive a pé. Dessa forma, para garantir que a amostra coletada tenha representatividade estatística, considerando nível de confiança de 95% e erro amostral igual a 0,10, tem-se a quantidade amostral mínima de 96 pessoas. A amostra coletada para esta pesquisa tem, no entanto, perfil não probabilístico, visto que, para atingir a quantidade de questionários propostos e devido as limitações para continuidade da coleta de dados, não foi feito sorteio de todas as residências e estabelecimentos comerciais presentes na área de estudo. Neste sentido, pode ser tratada como uma amostra por conveniência, visto que a aplicação dos questionários foi feita aos pedestres em circulação e a alguns moradores e trabalhadores da região.

Feita a ressalva acima, os dados coletados possibilitaram avaliar a via como uma barreira para os deslocamentos a pé, mapear e verificar as variáveis de maior influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira na região, além de investigar as evidências de associação entre as dificuldades enfrentadas pelos pedestres ao circular a pé pela região e suas percepções da velocidade ou do volume de tráfego dos veículos motorizados.

#### 4.1.2 *Análise descritiva dos dados coletados*

Visando avaliar se a Rua Miguel Petroni é uma barreira que interfere significativamente no deslocamento da população local, foram aplicados questionários a 104 moradores ou frequentadores da região de estudo, com 18 anos ou mais e de ambos os sexos, cuja distribuição de endereços é mostrada na Figura 4. Da amostra coletada inicialmente, um entrevistado não havia respondido a questão 25 (*Q25*), correspondente ao efeito barreira caracterizado pela *Velocidade* e pelo *Volume do Tráfego*. Neste caso, optou-se por excluir esse respondente da amostra a ser analisada, que passou a contar com 103 registros.

**Figura 4 - Distribuição do endereço dos entrevistados na área de estudo em São Carlos (SP)**

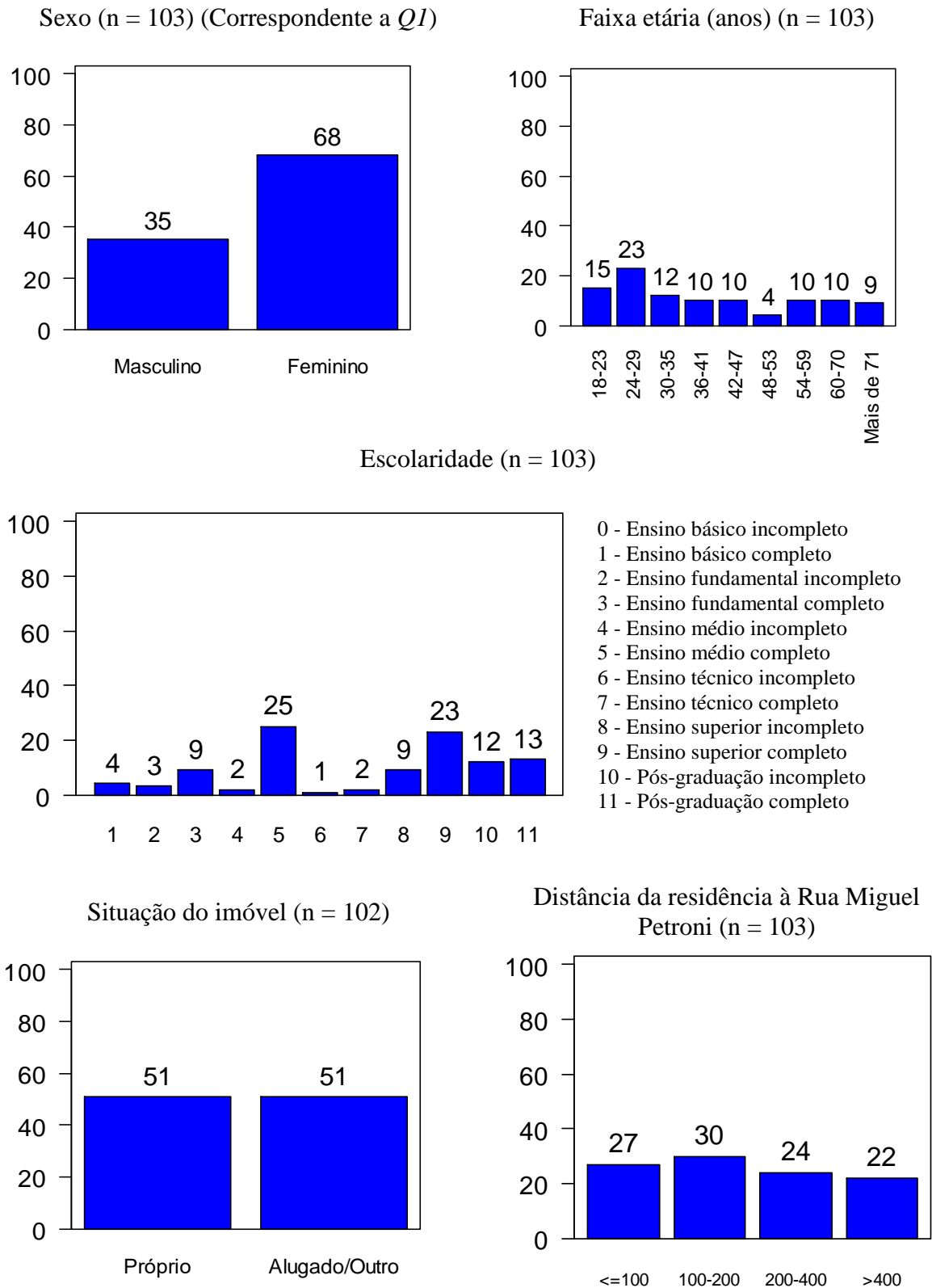


Fonte: Autora.

#### 4.1.2.1 Características Individuais

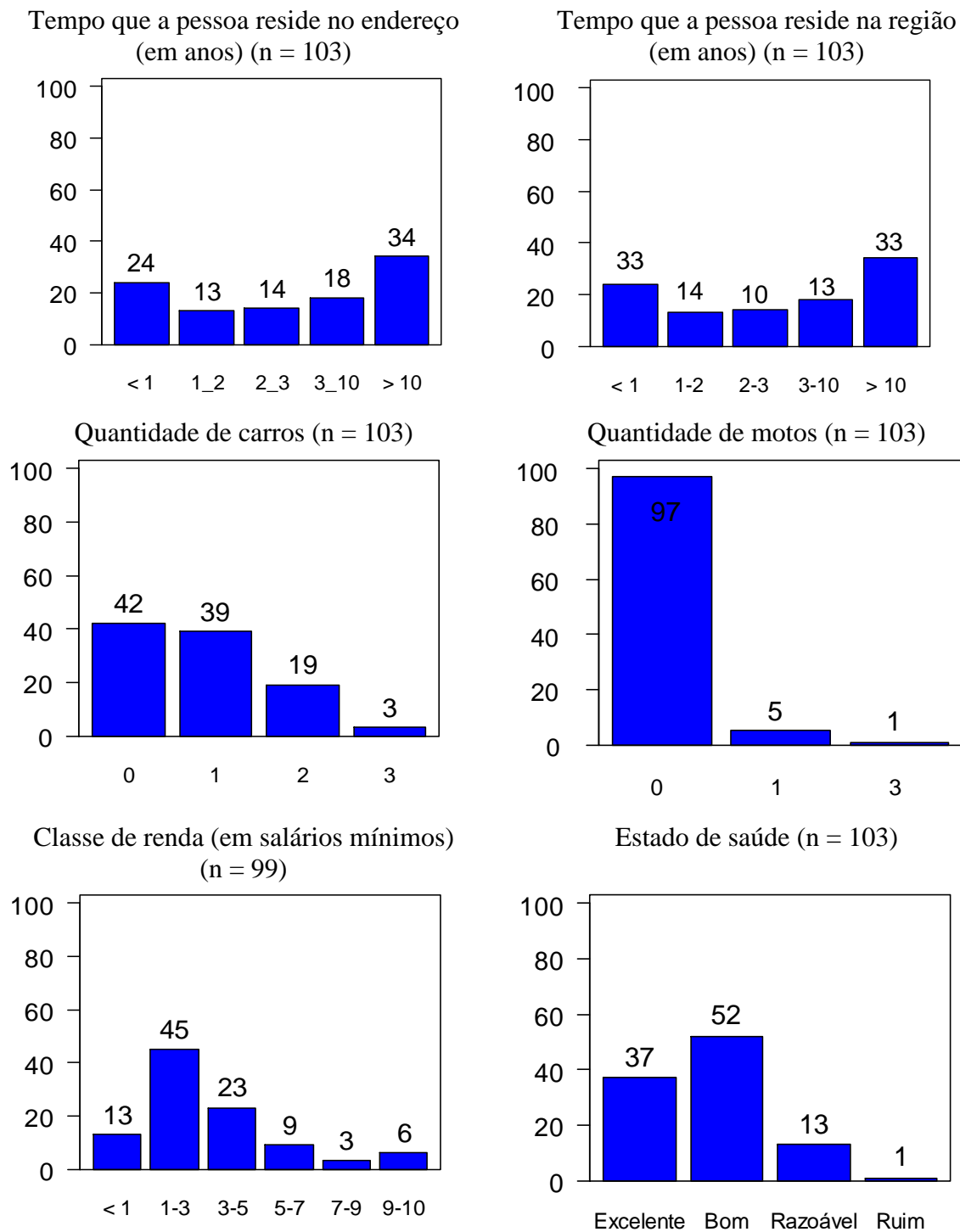
Dos 103 respondentes, 66% pertencem ao sexo feminino, com idade predominante de 30 a 59 anos, a maioria com ensino médio completo, e cerca de 86,4% consideram o próprio estado de saúde excelente ou bom. Além disso, os dados coletados quanto à moradia permitem observar que a porcentagem de pessoas que residem em imóvel próprio ou alugado/outro é aproximadamente equivalente (50% cada) e que 78,6% moram a uma distância inferior a 400 metros da Rua Miguel Petroni. Nota-se ainda que 68% dos respondentes moram em seus respectivos endereços há mais que 12 meses (1 ano). A Figura 5 apresenta um resumo dos gráficos descritivos das questões referentes às características individuais dos entrevistados.

**Figura 5** - Síntese das *Características individuais* dos entrevistados (eixo y representa a quantidade e eixo x as classes)



Continua

**Figura 5** - Síntese das *Características individuais* dos entrevistados (eixo y representa a quantidade e eixo x as classes) (Continuação)



Fonte: Autora.

Sobre a população residente em São Carlos/SP, segundo o Censo do IBGE (2010), observa-se que 49% da população pertence ao sexo masculino e 51% ao sexo feminino e a faixa etária predominante é entre 30 e 59 anos, tendências que se repetem para os setores censitários



correspondentes à região deste estudo (Tabela 4). Entretanto, dos 103 dados coletados neste estudo, a distribuição em relação ao gênero não acompanha a tendência apresentada pelo IBGE. A faixa etária dos entrevistados, por sua vez, se aproxima mais da tendência apresentada pelos moradores da região e do município.

Segundo os dados agregados do IBGE (2010), grande parte da população do município não tem instrução formal e/ou possui ensino fundamental incompleto e cerca de 13,8% possuem ensino superior completo. Em contrapartida, os dados coletados apontam que 46,6% dos entrevistados já concluíram algum curso no ensino superior, apresentando indícios de que estas sejam características do perfil dos moradores da região de estudo. Além disso, 19,7% da população de São Carlos possui renda superior a 3 salários-mínimos (SM), enquanto esse número é de 100% nos setores censitários que compõem a região e 41,4% entre os entrevistados. Vê-se, tanto pela renda agregada por setor censitário quanto pela renda característica dos entrevistados, que as pessoas residentes e/ou frequentadoras da região de estudo tendem a possuir faixa de renda superior à população geral do município.

**Tabela 4 - Comparação entre as características da população de São Carlos e as características dos entrevistados (Sexo, Faixa Etária, Renda e Escolaridade)**

Classes	São Carlos Censo (2010)	Setores Censo (2010)	Entrevistas (2020)
<b>SEXO</b>			
Feminino	51,0%	50,6%	66,0%
Masculino	49,0%	49,4%	34,0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>FAIXA ETÁRIA</b>			
18 a 29 anos	17,9%	22,5%	36,9%
30 a 59 anos	42,0%	43,2%	44,7%
60 anos ou mais	13,0%	14,9%	18,4%
<b>Total</b>	<b>72,9%</b>	<b>80,7%</b>	<b>100%</b>
<b>RENDA (Salários Mínimos - SM)</b>			
Sem rendimento/inferior a 1 SM	41,2%	0%	13,1%
1 a 3 SM	39,1%	0%	45,5%
3 a 5 SM	9,7%	5,2%	23,2%
5 a 10 SM	6,7%	81,3%	18,2%
10 SM ou mais	3,3%	13,6%	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
<b>ESCOLARIDADE</b>			
Sem instrução/Fundamental Incompleto	35,9%	-	6,8%
Fundamental Completo/Médio Incompleto	17,7%	-	11,7%
Médio Completo/Superior Incompleto	32,4%	-	34,9%
Superior Completo	13,8%	-	46,6%
Não determinado	0,2%	-	0%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>-</b>	<b>100%</b>

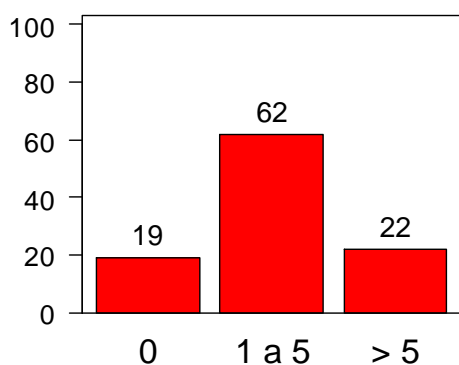
Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados do censo do IBGE (2010) e dos resultados da pesquisa de campo.

#### 4.1.2.2 Interações Sociais

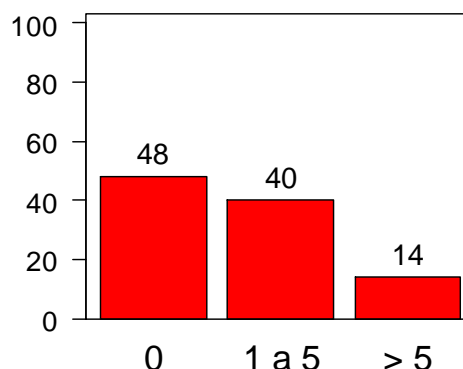
Este grupo de questões diz respeito às características das interações sociais dos entrevistados, para entender o nível de relacionamento e convívio com os vizinhos e com a região. Observa-se que, dos 103 entrevistados, cerca de 18% não conhece nenhum vizinho do mesmo lado da rua em que mora. Esse valor passa para 47% quando se trata dos vizinhos do outro lado da rua (Figura 6). Também, aproximadamente 80% dos respondentes não costumam visitar ou ter contato frequente com os seus vizinhos.

**Figura 6** - Síntese das respostas às questões referentes a *Interações sociais* dos entrevistados (eixo y representa a quantidade, em valores absolutos, e eixo x representa as classes), em relação aos vizinhos

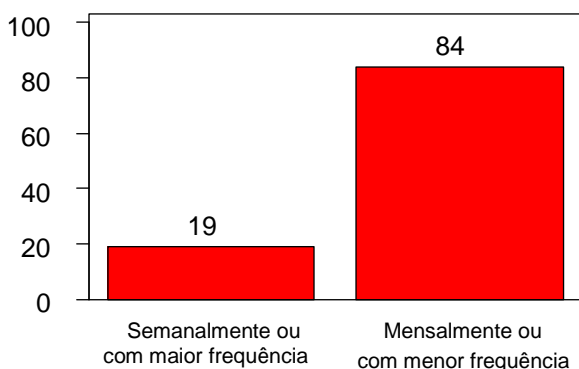
Vizinhos conhecidos do **mesmo** lado da rua  
(n = 103)



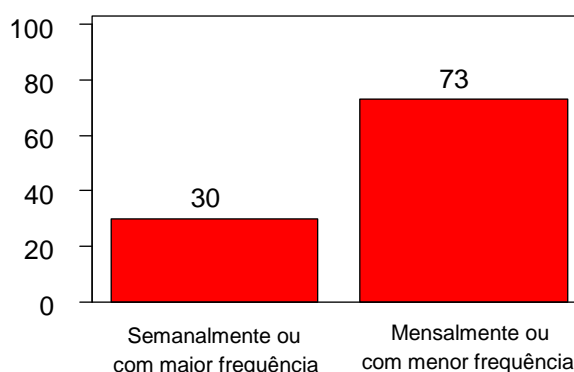
Vizinhos conhecidos do **outro** lado da rua  
(n = 102)



Frequência com que **visita** os vizinhos  
(n = 103)



Frequência com que **tem contato** com os vizinhos (n = 103)

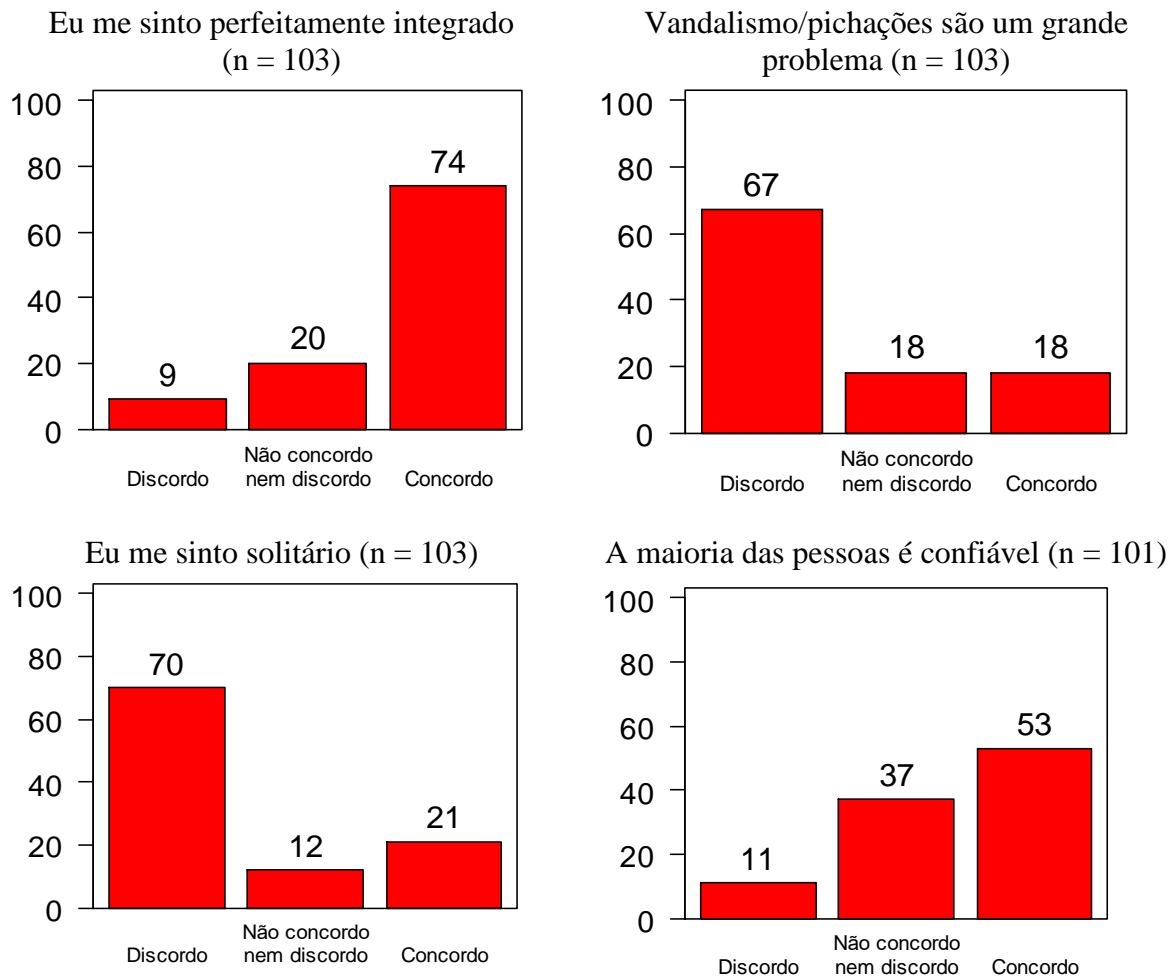


Fonte: Autora.

A Figura 7 mostra as respostas dos entrevistados a uma série de afirmativas sobre as redondezas de onde a pessoa reside e uma região afastada em até 10 minutos a pé. Nota-se que os entrevistados, em sua maioria, concordam que se sentem integrados à região, que as pessoas

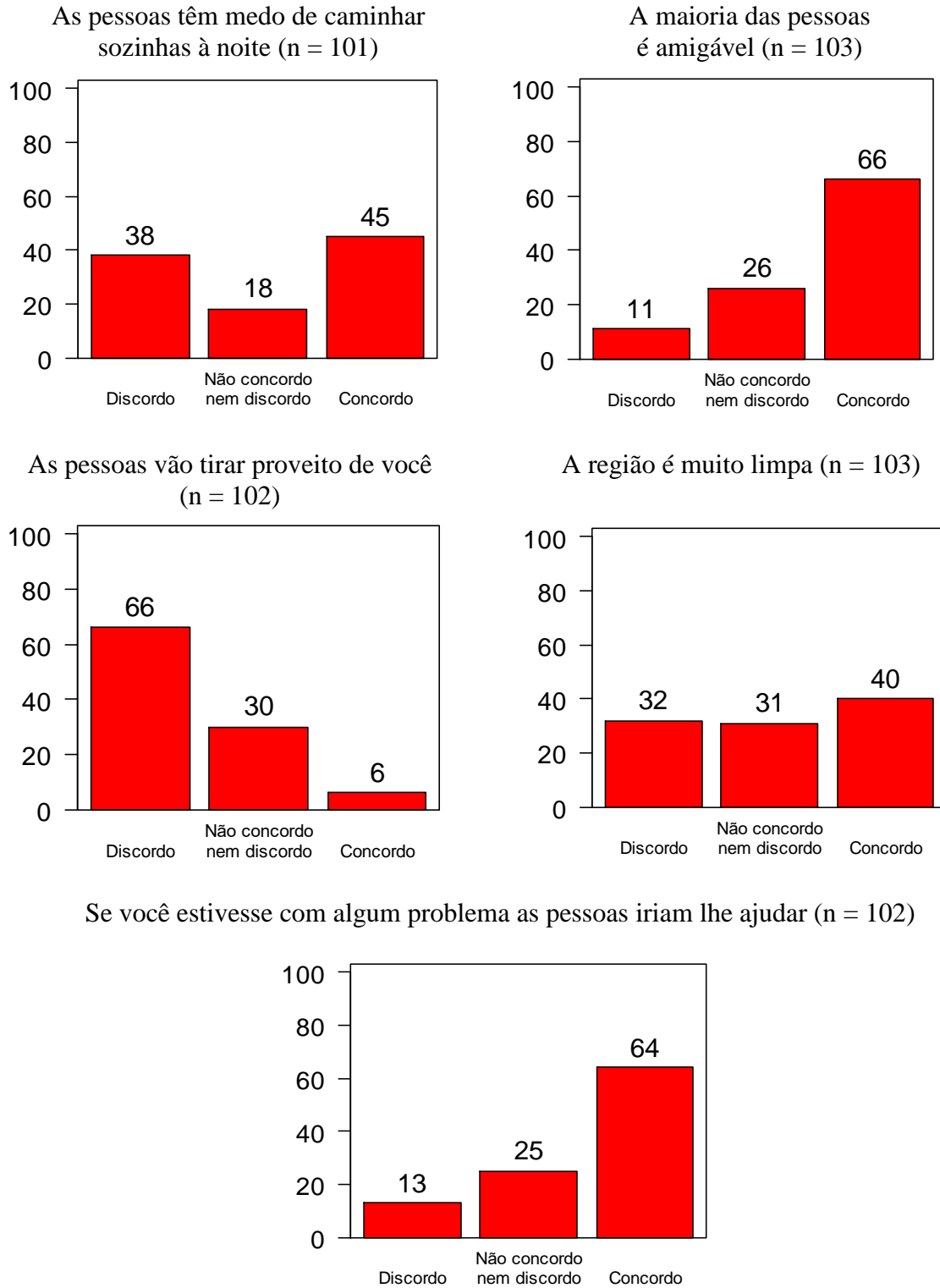
residentes dessa área são amigáveis e confiáveis, e que ajudariam caso fosse necessário, devido a algum problema. Grande parte discorda que se sente solitário na região e que as pessoas tirariam proveito delas/deles em alguma ocasião.

**Figura 7** - Síntese das respostas referentes a *Interações sociais* dos entrevistados, em particular a uma série de afirmativas sobre as redondezas onde a pessoa reside e uma região afastada em até 10 minutos a pé, conforme legenda



Continua

**Figura 7 - Síntese das respostas referentes a Interações sociais dos entrevistados, em particular a uma série de afirmativas sobre as redondezas onde a pessoa reside e uma região afastada em até 10 minutos a pé, conforme legenda (Continuação)**



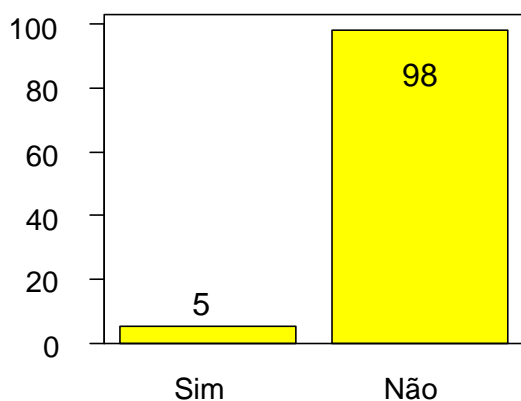
Fonte: Autora.

#### 4.1.2.3 Viagens e mobilidade

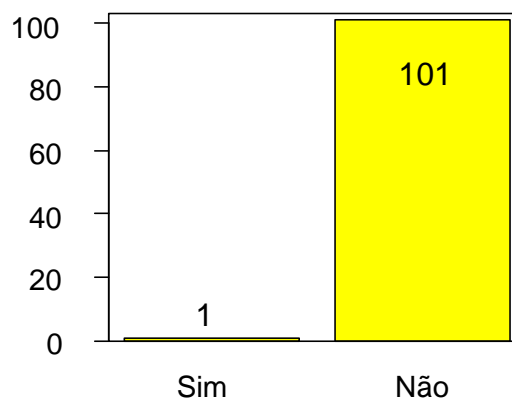
Este grupo de questões se refere àquelas que caracterizam os deslocamentos, as viagens e mobilidade dos indivíduos entrevistados. Foi observado que grande parte dos entrevistados, quase a totalidade, não possui dificuldades ou deficiências permanentes que limitem as suas atividades (Figura 8). Além disso, cerca de 61% dos respondentes consideram a Rua Miguel Petroni a rua mais movimentada da região, apesar de 86% não residirem nesta e 67% não evitarem circular por ela devido ao fluxo de tráfego existente, conforme mostrado na Figura 9. A Figura 9 também evidencia que 76% dos entrevistados apontam como “baixo” ou “regular” o volume da rua em que moram e 88% consideram “alto” o volume da rua mais movimentada. Essa tendência se repete para a velocidade, em que 71% classificaram a velocidade da via em que reside como “lento” ou “regular”. Já em relação à via mais movimentada, 70% classificaram como “rápido”.

**Figura 8** - Síntese de um conjunto de respostas às questões referentes às características de *Viagens e mobilidade* dos entrevistados (eixo y representa a quantidade, em valores absolutos, e eixo x representa as classes)

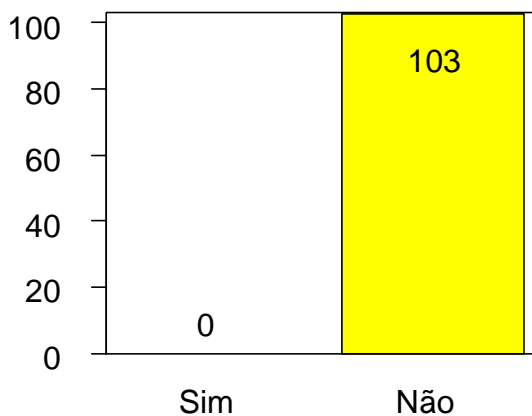
Você tem alguma **dificuldade permanente** de caminhar ou subir degraus (sem o auxílio de outra pessoa)? (n = 103)



Você tem alguma **deficiência motora** permanente que dificulte sair a pé, usar o ônibus e/ou entrar ou sair de um carro? (n = 102)

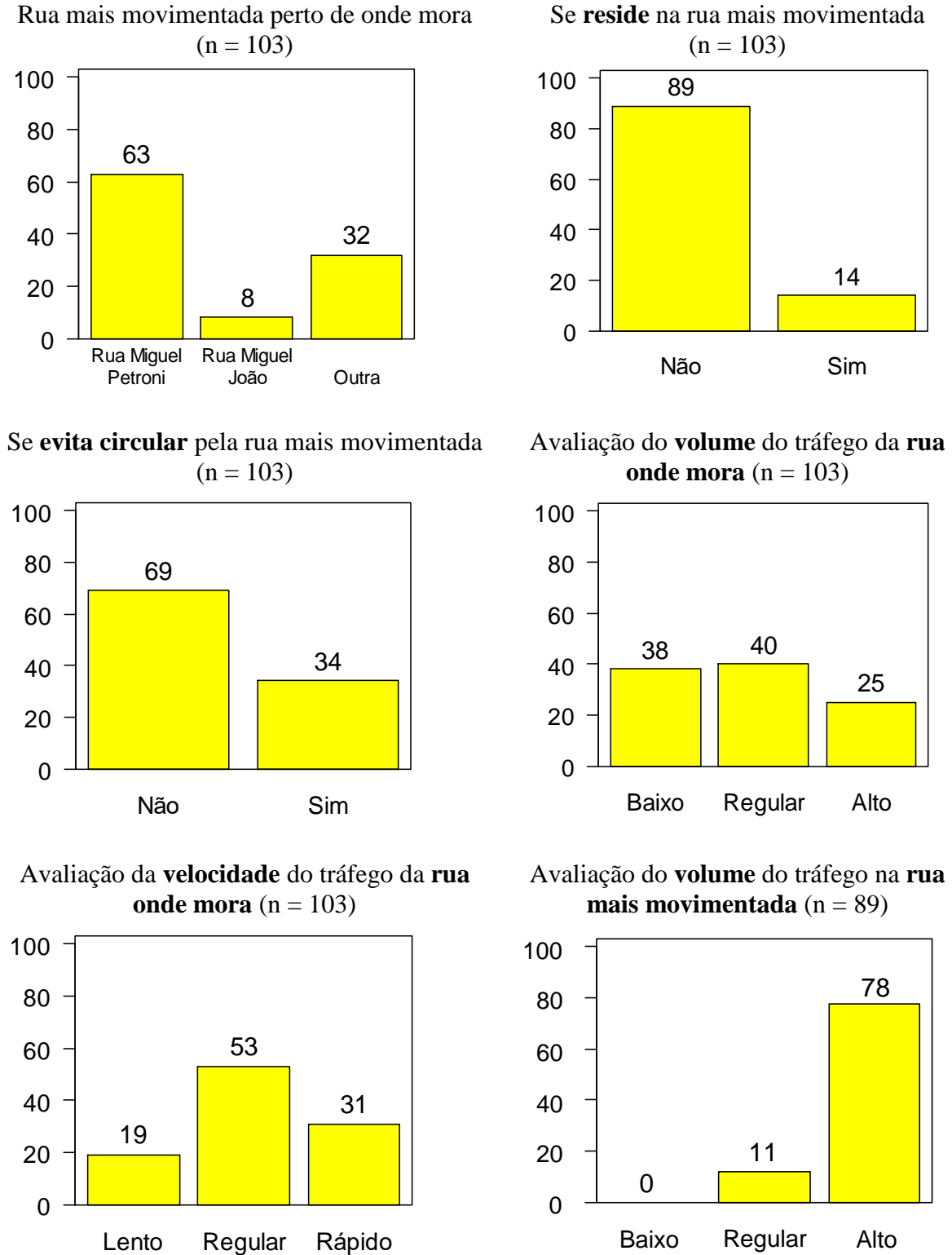


Você tem alguma **deficiência permanente** (visual, motora, mental etc.) que limite as suas atividades de alguma outra forma? (n = 103)



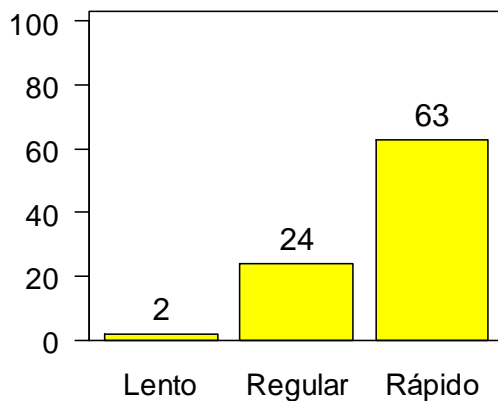
Fonte: Autora.

**Figura 9** - Síntese de um conjunto de respostas referentes a *Viagem e mobilidade* dos entrevistados, envolvendo questões sobre a via que considera mais movimentada da região, entre outras



**Figura 9** - Síntese de um conjunto de respostas referentes a *Viagem e mobilidade* dos entrevistados, envolvendo questões sobre a via que considera mais movimentada da região, entre outras (Continuação)

Avaliação da **velocidade** do tráfego na **rua mais movimentada** (n = 89)

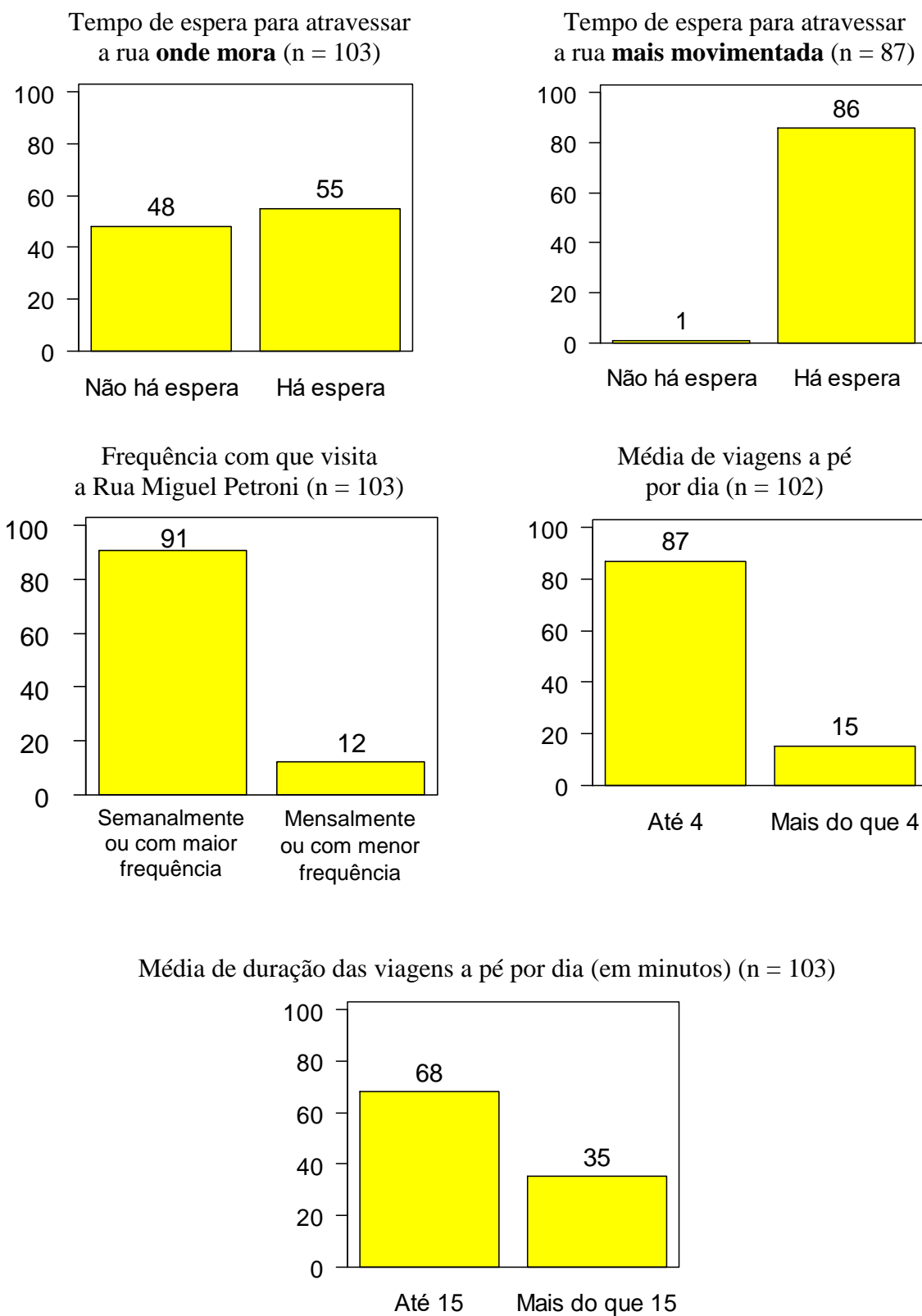


Fonte: Autora.

De acordo com os dados resumidos na Figura 10, grande parte dos entrevistados tende a esperar mais para atravessar a rua mais movimentada quando se compara com a rua em que reside. Também, 88% dos respondentes afirmam frequentar a Rua Miguel Petroni como pedestres pelo menos uma vez na semana. Além disso, cerca de 85% apontaram que realizam uma média de até 4 viagens a pé por dia, em sua maioria com duração de até 15 minutos. As estatísticas sobre a percepção dos entrevistados em relação à velocidade e ao volume do tráfego também são apresentadas na Figura 10.



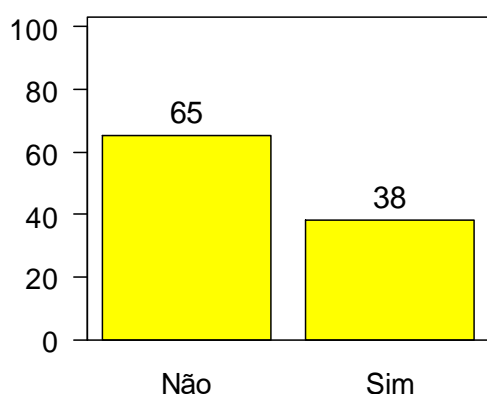
**Figura 10** - Síntese das respostas referentes a *Viagem e mobilidade* dos entrevistados, envolvendo questões sobre os deslocamentos a pé, o tempo de travessia das vias, entre outras



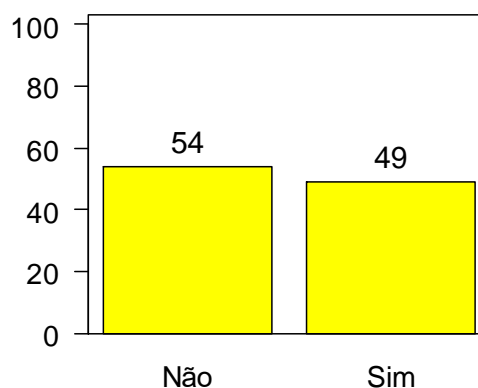
Continua

**Figura 10** - Síntese das respostas referentes a *Viagem e mobilidade* dos entrevistados, envolvendo questões sobre os deslocamentos a pé, o tempo de travessia das vias, entre outras (Continuação)

A **velocidade do tráfego** impede que você atinja os seus destinos caminhando?  
(n = 103)



O **volume de tráfego** impede que você atinja os seus destinos caminhando?  
(n = 103)

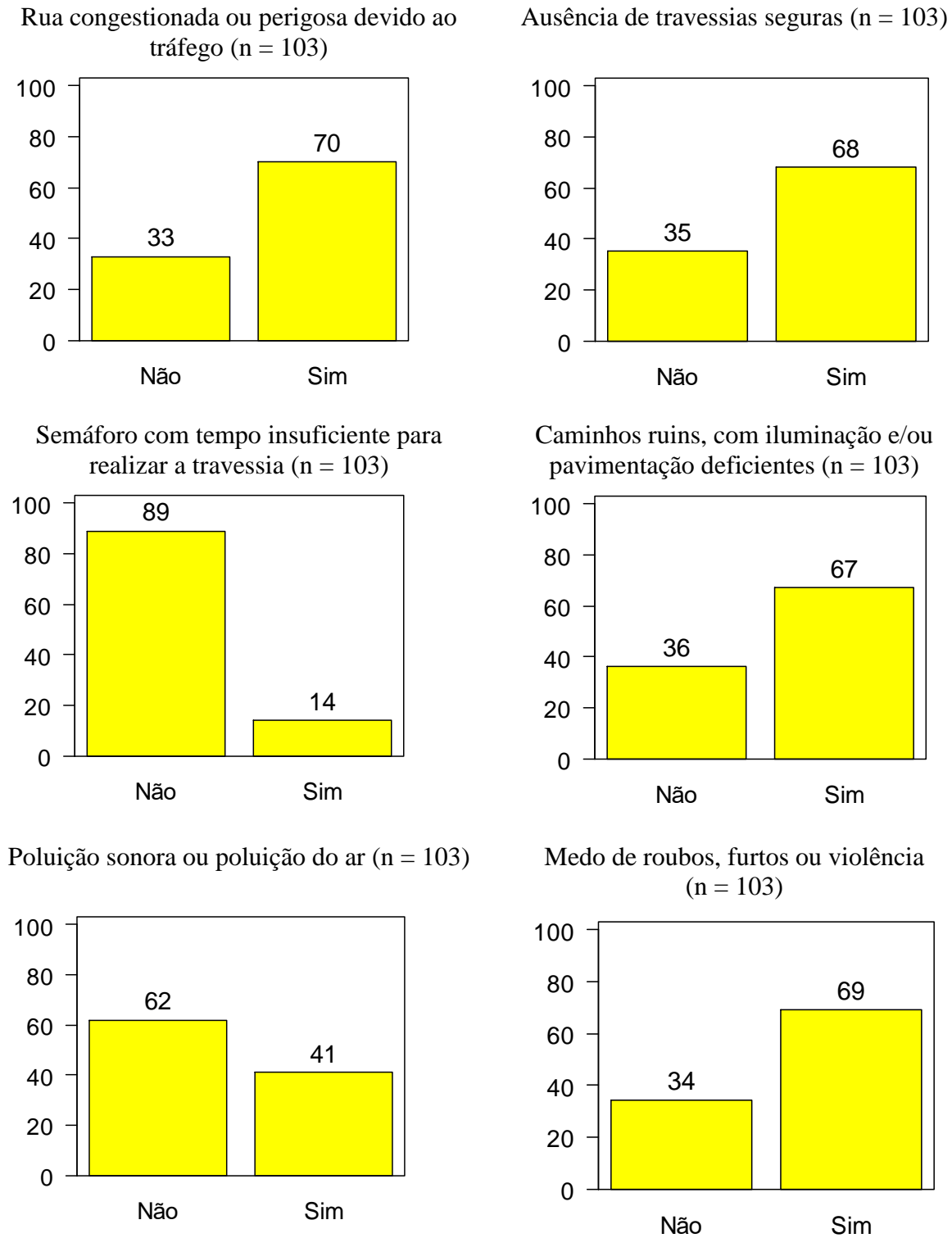


Fonte: Autora.

A Figura 11 apresenta um resumo das estatísticas relacionadas à percepção dos entrevistados sobre as dificuldades existentes nos deslocamentos a pé, mostrando que mais de 60% afirmam enfrentar dificuldades relacionadas à rua congestionada ou perigosa devido ao tráfego, à ausência de travessias seguras para os pedestres, aos caminhos ruins (com iluminação ou pavimentação deficientes) e ao medo de roubos, furtos ou violência.

Os resultados apresentados na Figura 12 são referentes a uma série de afirmações sobre preferências dos entrevistados. Foi observado que 77% e 59% dos entrevistados concordam que se sentem mais seguros em ruas com maior movimento de veículos e que evitam circular por ruas com pouco movimento de pessoas ou veículos, respectivamente. Além disso, 88% e 91%, concordam que preferem atravessar em locais onde há semáforo e faixa de pedestres. Também, 31% discordam que as faixas de pedestre da rua mais movimentada perto de onde moram são bem localizadas e sempre as utilizam (Figura 12).

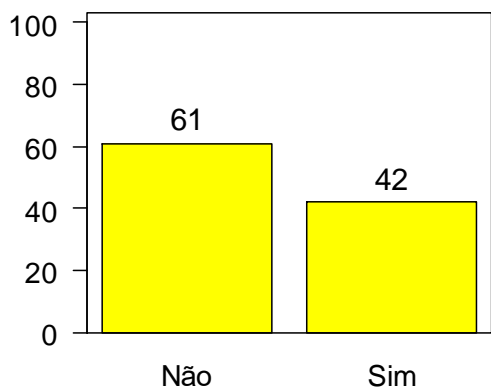
**Figura 11** - Síntese das respostas referentes a *Viagem e mobilidade* dos entrevistados, em particular a uma série de dificuldades existentes ao caminhar por onde a pessoa reside (Q22) e uma região afastada em até 10 minutos a pé, conforme legenda



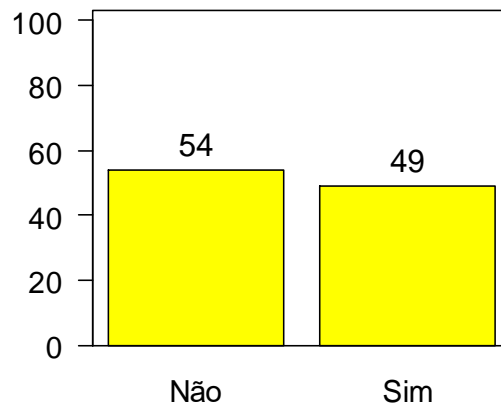
Continua

**Figura 11** - Síntese das respostas referentes a *Viagem e mobilidade* dos entrevistados, em particular a uma série de dificuldades existentes ao caminhar por onde a pessoa reside (Q22) e uma região afastada em até 10 minutos a pé, conforme legenda

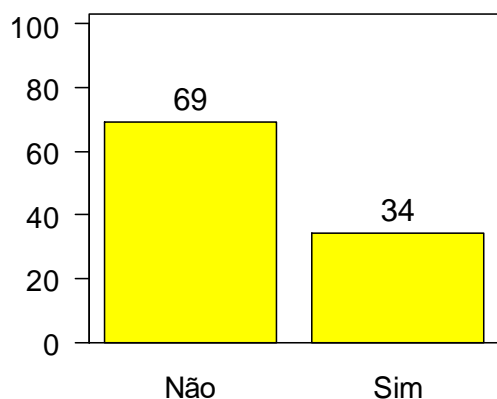
Trechos que exigem esforço físico excessivo (n = 103)



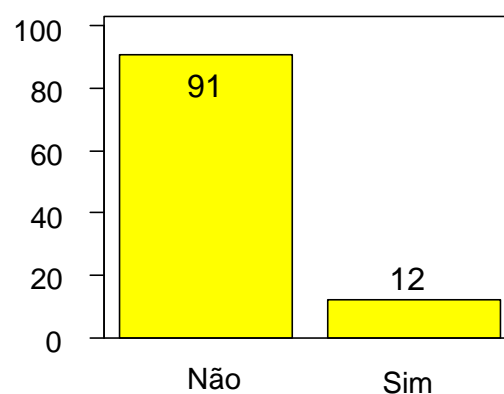
Falta de cruzamentos acessíveis (n = 103)



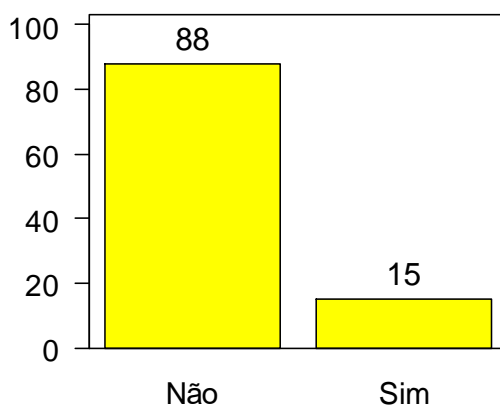
É difícil ver os carros ao atravessar devido à presença de obstáculos (n = 103)



A rua é muito larga e não dá tempo de atravessar (n = 103)



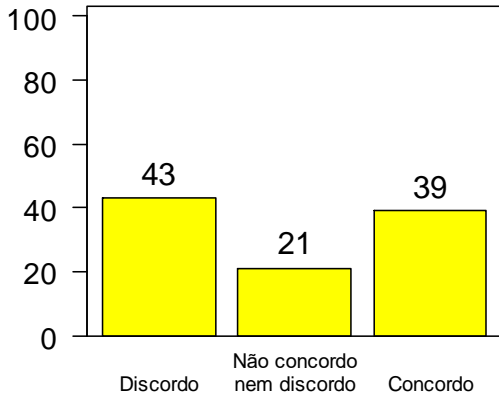
A existência de canteiro central impede/dificulta a travessia (n = 103)



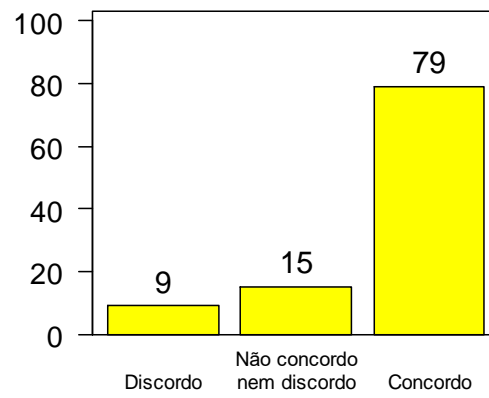
Fonte: Autora.

**Figura 12 - Síntese das respostas referentes a Viagem e Mobilidade dos entrevistados, em particular a uma série afirmações sobre preferências (Q21)**

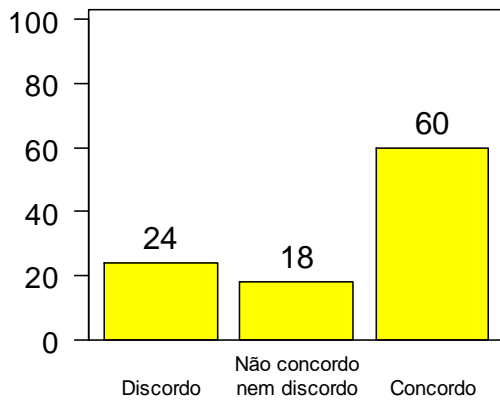
Eu me sinto mais seguro em ruas com maior movimento de pessoas (n = 103)



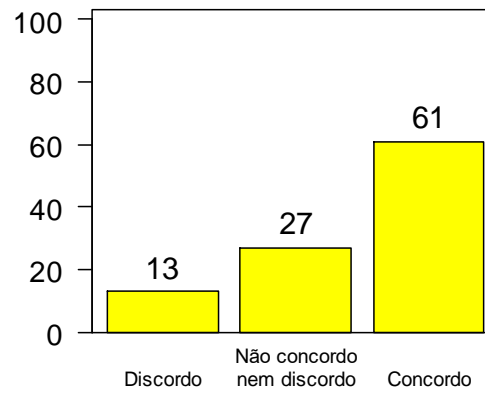
Eu me sinto mais seguro em ruas com maior movimento de veículos (n = 103)



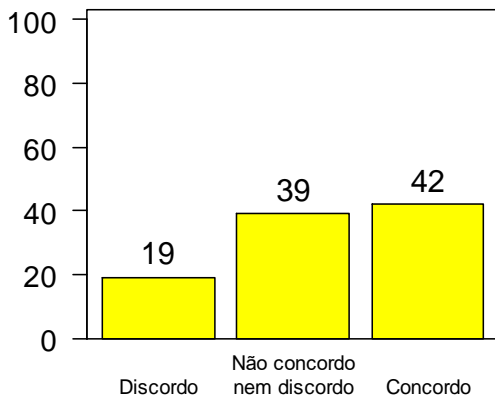
Eu evito circular por ruas com pouco movimento de pessoas ou veículos (n = 102)



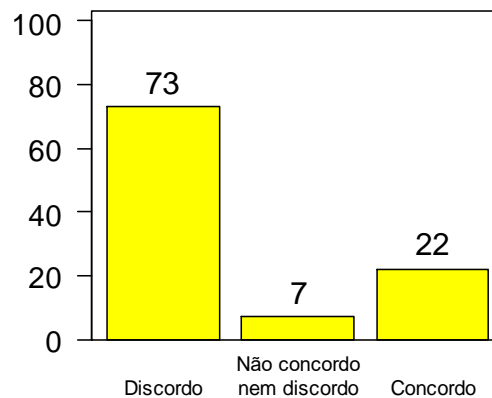
Pela manhã e/ou a tarde, eu prefiro caminhar por ruas onde há estabelecimentos comerciais (n = 101)



Pela manhã e/ou a tarde, eu prefiro caminhar por ruas onde há residências (n = 100)

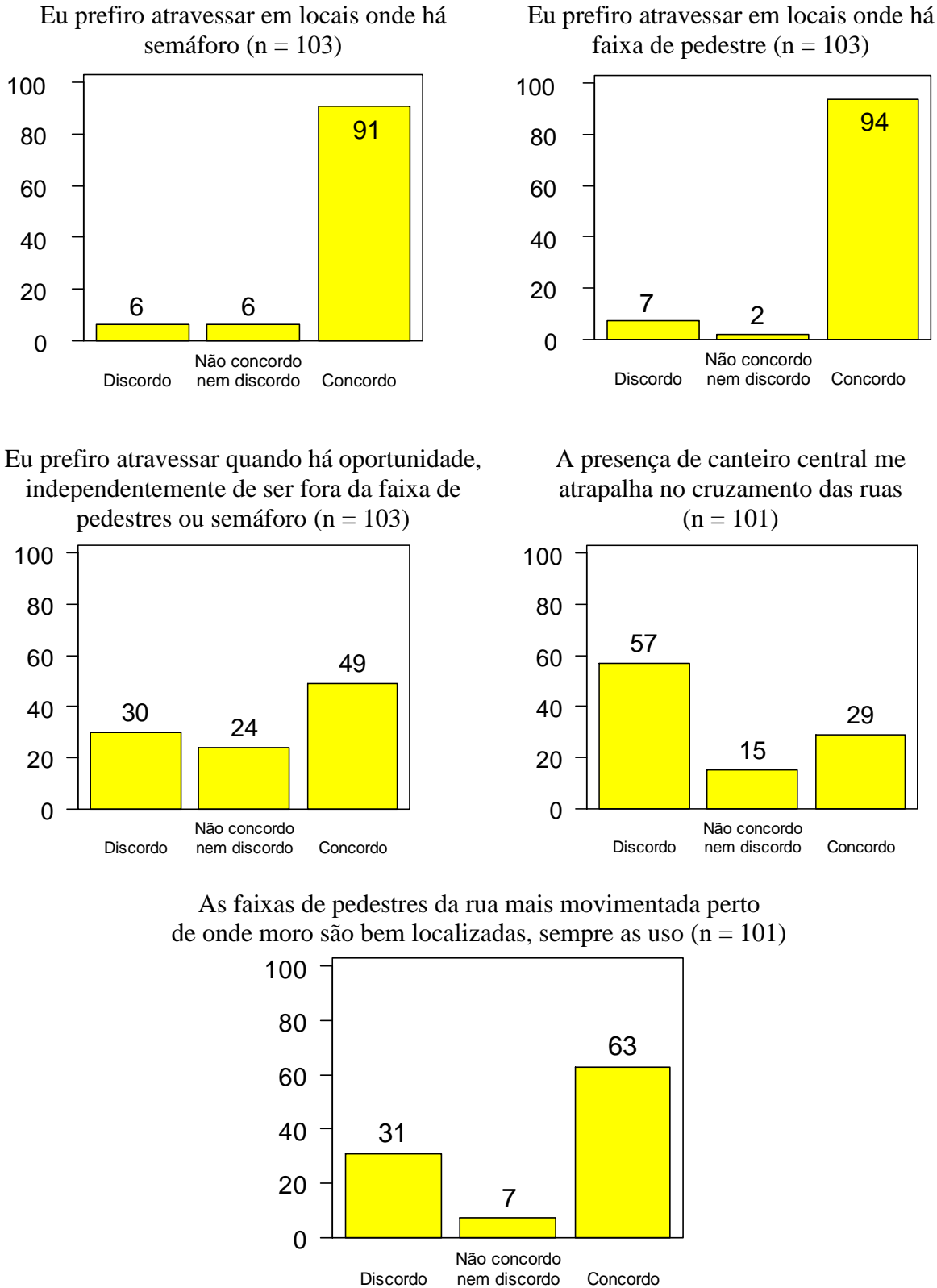


Eu não tenho problemas em caminhar por ruas com muito lixo e vegetação alta (n = 102)



Continua

**Figura 12 - Síntese das respostas referentes a Viagem e Mobilidade dos entrevistados, em particular a uma série afirmações sobre preferências (Q21) (Continuação)**



Fonte: Autora.

## 4.2 Caracterização do efeito barreira e tratamento dos dados ausentes

O efeito barreira analisado neste estudo diz respeito às impedâncias impostas ao deslocamento de pedestres geradas pela *Velocidade* e/ou pelo *Volume do Tráfego* motorizado, variáveis que são tratadas na Questão 25. A partir disso, foram gerados dois grupos de análises, um utilizando a *Velocidade* e outro utilizando o *Volume do Tráfego* como variáveis dependentes. Para cada variável dependente citada, foi conduzida uma análise com quatro grupos distintos de variáveis independentes, sendo esses: (i) características individuais, (ii) interações sociais, (iii) viagens e mobilidade e (iv) variáveis mais relevantes dos três grupos anteriores (i, ii e iii).

Como as variáveis dependentes, características do efeito barreira, são as questões norteadoras das análises propostas, foi necessário realizar o tratamento das amostras coletadas, observando principalmente se o entrevistado havia respondido determinadas questões. Dessa forma, aqueles que não responderam à questão 25 foram eliminados do conjunto amostral.

A princípio a *Velocidade* ou o *Volume do Tráfego* possuíam múltiplas escolhas, e as alternativas eram: nunca, raramente, às vezes, geralmente e sempre. Devido à quantidade de observações, neste estudo os dados foram agrupados em dois conjuntos, os que consideram e os que não consideram a velocidade do tráfego como barreira para o deslocamento a pé. No conjunto 1 foram agrupados aqueles que consideram que a velocidade e o volume (36,9% e 47,6%, respectivamente) “às vezes”, “geralmente” ou “sempre” impedem que atinjam seus destinos caminhando. No conjunto 0 foram agrupados os que responderam “raramente” e “nunca” para a mesma pergunta (63,1% e 52,4%, respectivamente). Dessa maneira, os resultados de saída, ou seja, se o entrevistado acredita que a *Velocidade* ou o *Volume do Tráfego* constituem uma barreira, se tornaram variáveis binárias de duas classes, onde SIM (ou Classe 1) corresponde à *velocidade* (ou ao *volume*) como empecilho para os deslocamentos a pé e NÃO (ou Classe 0) corresponde à negação.

Como o entrevistado não precisava responder a todas as questões propostas pelo entrevistador, no caso das variáveis independentes, para solucionar os dados omissos, optou-se pela imputação aproximada de substitutos (a mediana da amostra completa para variáveis numéricas e o nível mais frequente da categoria para variáveis categóricas). Esse procedimento foi realizado pelo *software R*, por meio de pacotes específicos para dados omissos. Destaca-se que a quantidade de dados faltantes foi avaliada separadamente para cada questão coletada, em busca de identificar variáveis em que essa quantidade pudesse comprometer os resultados,

porém a porcentagem de ausentes foi pequena. Grande parte das questões não apresentaram dados omissos e, as que apresentaram, variaram de 1 a 4 valores ausentes. As exceções envolveram as variáveis *Q34\_Vol\_RuaMov*, *Q35\_Veloc\_RuaMov* e *Q36\_Tempo\_RuaMov*, que apresentaram 14, 14 e 16 valores ausentes, respectivamente. O tratamento dos dados dessa maneira se fez necessário principalmente devido às técnicas a serem aplicadas, Árvore de Decisão e Floresta Aleatória, cujos resultados serão discutidos a seguir.

### **4.3 Análise da *Velocidade do Tráfego* como variável dependente**

O questionário permitiu verificar, com base na questão 25, a porcentagem de entrevistados que acreditam que a *Velocidade do Tráfego* é um empecilho para os seus deslocamentos a pé. Na Classe 1, com 36,9%, estão aqueles que opinaram que a velocidade é um empecilho para os deslocamentos a pé. A Classe 0, com 63,1%, corresponde à negação. A partir disso, a variável dependente foi analisada com as técnicas de Árvore de Decisão e Floresta Aleatória, em busca de classificar as observações quanto à *Velocidade do Tráfego*, identificando que características eventualmente levam os entrevistados a optarem por cada uma das classes da variável dependente e identificando as variáveis independentes que mais influenciam a percepção dos respondentes sobre isto.

Foi gerada uma árvore com a quantidade final de amostras coletadas, 103 entrevistas, dividida aleatoriamente em dois grupos, dados de treinamento (80%) e dados de validação do modelo (20%). Utilizando o algoritmo CART, foram testadas ADs com diversas configurações, considerando diferentes parâmetros de entrada (*minsplit*, *minbucket*, *maxdepth*). Foi observado que, quanto menor a quantidade mínima de amostras necessárias para uma nova divisão, maior se torna a precisão para a AD gerada, principalmente devido ao tamanho da base de dados. Alguns modelos de AD foram desenvolvidos e os resultados com melhor desempenho, para cada uma das análises propostas, são apresentados na sequência.

Em seguida, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi gerada a análise de floresta aleatória. A FA, gerada para cada análise com 2 mil árvores de decisão, por sua vez, auxiliou no *ranking* de classificação das variáveis mais relevantes para o modelo. O gráfico de importância das variáveis, mostrado para as análises geradas, é obtido pela média de decréscimo do Gini (*Mean Decrease Gini*), que é a média de redução da impureza da variável perante os cruzamentos realizados para predição final do modelo; ou seja, quando maior esse valor, menos impura e mais importante é a variável.



#### 4.3.1 Análise I) *Velocidade do Tráfego e Caracterização dos entrevistados*

Dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de estruturação, a AD escolhida para análise ( $minsplitleft = 6$ ,  $minbucket = 3$ ,  $maxdepth = 5$ ) foi capaz de prever corretamente 84,3% e 60,0% dos resultados para as amostras de treinamento e validação, respectivamente. Das 11 variáveis dependentes de entrada (grupo  $i$ ), seis foram efetivamente utilizadas na construção da AD: distância da residência à Rua Miguel Petroni ( $Q5\_Distancia$ ), tempo que o entrevistado mora na região ( $Q6\_TempoReg$ ), tempo que o entrevistado mora no atual endereço ( $Q7\_TempoResid$ ), situação do imóvel em que reside ( $Q4\_Imovel$ ), nível de estudo ( $Q3\_Escolaridade$ ) e sexo ( $Q1\_Gênero$ ), como pode ser visto na Figura 13 (que também aparece no Apêndice B como Figura B.1).

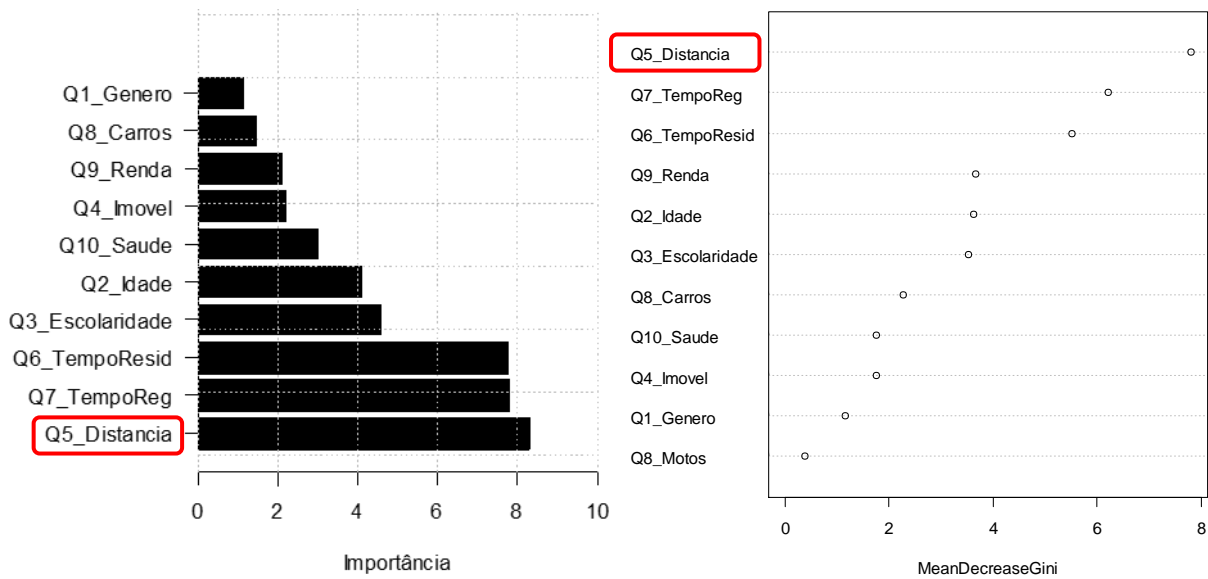
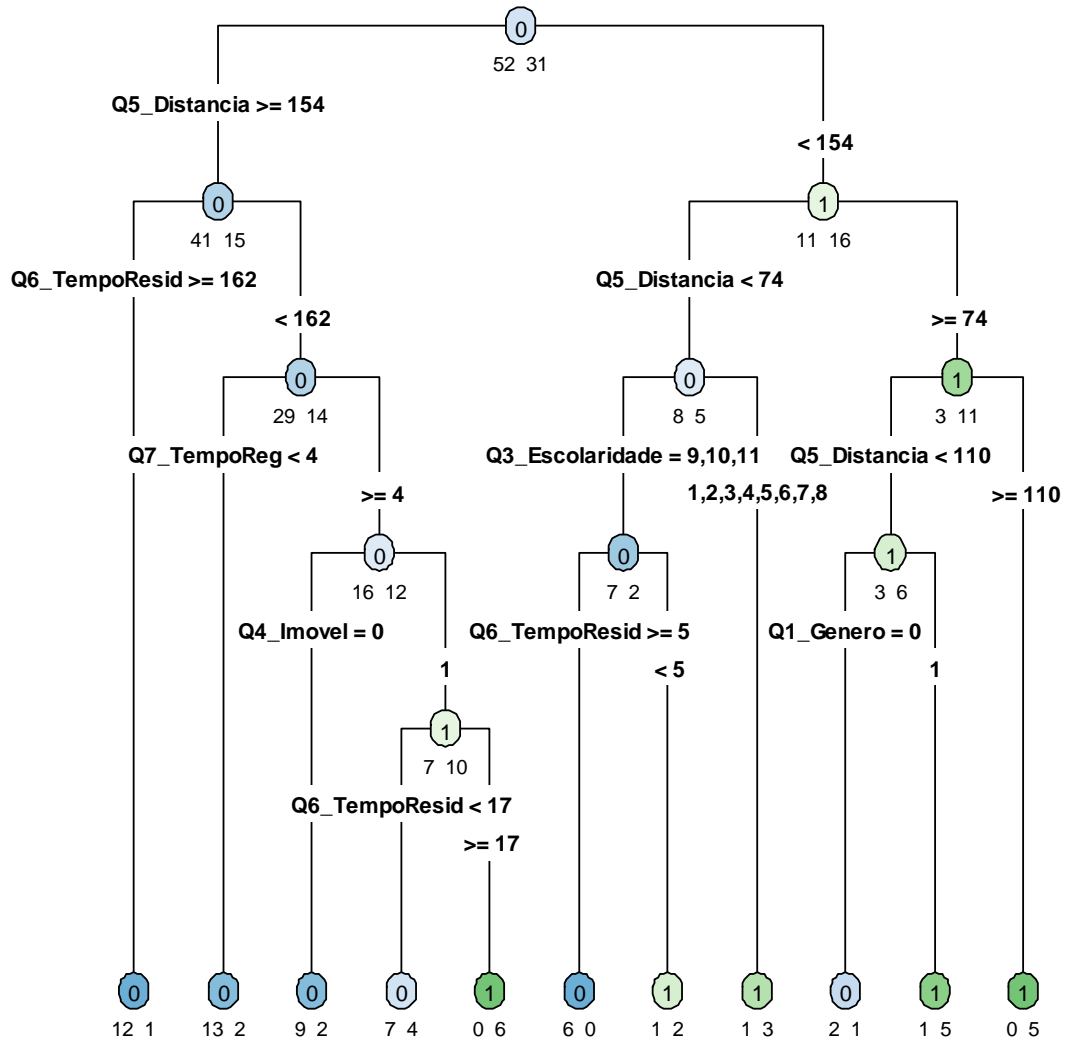
A AD em questão, elaborada considerando a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente e as *características individuais* dos entrevistados como variáveis independentes, classifica a amostra em 11 nós folhas. Analisa-se que as pessoas que residem a uma distância entre 110 e 154 metros da Rua Miguel Petroni consideram a velocidade do tráfego uma barreira para os seus deslocamentos a pé na região, representadas pelo nó 11, um nó homogêneo (em que 100% da amostra pertence a esta classe). Além disso, aqueles que residem de 74 a 110 metros da via de estudo e pertencem ao sexo feminino também consideram a velocidade dos veículos automotores uma barreira para a locomoção dos pedestres. Este último caso é representado por um nó heterogêneo, em que 83,3% da amostra com essas características pertence à classe que considera a *Velocidade do Tráfego* uma barreira.

Por outro lado, os indivíduos que residem um pouco mais distante da Rua Miguel Petroni, ou seja, a uma distância superior a 154 metros, e moram no endereço a um tempo superior a 162 meses (13,5 anos), não consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira que impede ou dificulta os seus deslocamentos a pé. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela 5 (mostrada também como Tabela B.1 no Apêndice B deste documento).

Posteriormente, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi gerada a análise de Floresta Aleatória. Comparando os gráficos de importância das variáveis gerados pela AD e pela FA para esta análise, vê-se que a distância do endereço do entrevistado da Rua Miguel Petroni ( $Q5\_Distancia$ ), destacada com uma borda vermelha nos gráficos, é a variável mais importante para predição de ambos os modelos, seguido pelo tempo que reside na região ( $Q7\_TempoReg$ ) e pelo tempo que reside no endereço

(*Q6\_TempoResid*). Os parâmetros de desempenho da AD de treinamento que considera a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente e as características individuais dos entrevistados como variáveis independentes, são exibidos na Tabela 6. A Tabela 7 mostra um resumo dos resultados dos parâmetros de desempenho para AD e FA, de treinamento e teste, e se trata de um padrão de tabela que será adotado nas próximas análises de ADs e FAs deste documento. Ambas as tabelas também podem ser vistas no Apêndice B.

**Figura 13** - Árvore de Decisão da Análise I (*Velocidade do Tráfego e Características Individuais*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



Fonte: Autora.

**Tabela 5** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise I (*Velocidade do Tráfego e Características individuais*)

-Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 1	13	15,7	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a mais que 162 meses (13,5 anos).	Velocidade não é uma barreira
Nó 2	15	18,1	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 13,5 anos. - Mora na região a menos que 4 meses.	Velocidade não é uma barreira
Nó 3	11	13,3	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 13,5 anos. - Mora na região a mais que 4 meses. - Reside em imóvel próprio.	Velocidade não é uma barreira
Nó 4	11	13,3	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 13,5 anos. - Mora na região a mais que 4 meses. - Reside em imóvel alugado/outro. - Mora no endereço a menos que 17 meses.	Velocidade não é uma barreira
Nó 5	6	7,2	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 13,5 anos. - Mora na região a mais que 4 meses. - Reside em imóvel alugado/outro. - Mora no endereço a mais que 17 meses.	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 6	6	7,2	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Possui graduação completa ou nível de escolaridade superior. - Mora no endereço a 5 meses ou mais.	Velocidade não é uma barreira
Nó 7	3	3,6	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Possui graduação completa ou nível de escolaridade superior. - Mora no endereço a menos que 5 meses.	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Continua

**Tabela 5** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise I (*Velocidade do Tráfego e Características individuais*) (Continuação)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 8	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Possui graduação incompleta ou nível de escolaridade inferior.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 9	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 110 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Sexo masculino.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 10	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 110 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Sexo feminino.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 11	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 110 metros da Rua Miguel Petroni.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

**Tabela 6** - Parâmetros de desempenho da AD de treinamento correspondente à Análise I  
(*Velocidade do Tráfego e Características individuais*)

		Referência			
N = 83		<b>Condição Positiva (0)</b>	<b>Condição Negativa (1)</b>	Prevalência $= \frac{49+3}{83} = 62,65\%$	Acurácia (ACC) $= \frac{49+21}{83} = 84,34\%$
Preditivo	<b>Condição Positiva Prevista (0)</b>	Verdadeiro Positivo 49	Falso Positivo 10	Valor Preditivo Positivo (PPV) ou Precisão $= \frac{49}{49+10} = 83,05\%$	Taxa de Falsa Descoberta (FDR) $= \frac{10}{49+10} = 16,95\%$
	<b>Condição Negativa Prevista (1)</b>	Falso Negativo 3	Verdadeiro Negativo 21	Taxa de Falsa Omissão (FOR) $= \frac{3}{3+21} = 12,50\%$	Valor Preditivo Negativo (NPV) $= \frac{21}{21+3} = 87,50\%$
		Taxa de Verdadeiro Positivo (TPR) ou Sensibilidade $= \frac{49}{49+3} = 94,23\%$	Taxa de Falso Positivo (FPR) $= \frac{10}{10+21} = 32,26\%$		
		Taxa de Falso Negativo (FNR) $= \frac{3}{49+3} = 5,77\%$	Taxa de Verdadeiro Negativo (TNR) ou Especificidade $= \frac{21}{10+21} = 67,74\%$		

**Tabela 7** - Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise I  
(*Velocidade do Tráfego e Características individuais*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	49	8	52	8
Falso Positivo	10	3	0	3
Falso Negativo	3	5	0	5
Verdadeiro Negativo	21	4	31	4
Acurácia (%)	84,34	60,00	100	55,00
Sensibilidade (%)	94,23	61,54	100	62,54
Especificidade (%)	67,74	57,14	100	42,86
Prevalência (%)	62,65	65,00	62,65	65,00
Valor Preditivo Positivo (%)	83,05	72,73	100	66,67
Valor Preditivo Negativo (%)	87,50	44,44	100	37,50
Taxa de Falsa Descoberta (%)	16,95	27,27	0	33,33
Taxa de Falsa Omissão (%)	12,50	55,56	0	62,50
Taxa de Falso Positivo (%)	32,26	42,86	0	57,14
Taxa de Falso Negativo (%)	5,77	38,46	0	38,46

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é "0".

Os parâmetros calculados a partir da matriz de confusão mostram, por meio do Valor Preditivo Positivo ou Precisão, que uma proporção da amostra de 83,05% e 72,73% (para as

ADs de treinamento e teste, respectivamente) e 100% e 66,67% (para as FAs de treinamento e teste, respectivamente) foi corretamente identificada como classe positiva, representada neste caso por “0” (ou seja, pelas pessoas que não consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira). Além disso, o Valor Preditivo Negativo, que revela a proporção de identificação correta daqueles que consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira (exibidos pela classe “1”), assim como demais parâmetros, são mostrados na Tabela 7 e também na Tabela B.3 (Apêndice B) e, para a AD de treinamento, por exemplo, correspondeu a 87,50%.

Observa-se ainda que a Especificidade evolui de 67,74% da AD para 100% na FA, ambas para a amostra de treinamento. Esse percentual mostra a probabilidade de o indivíduo que considera a *Velocidade do Tráfego* uma barreira ter sido realmente classificado como classe “1”. A taxa de verdadeiro positivo, também conhecida como Sensibilidade, por sua vez evolui de 94,23% para 100% (modelos de treinamento) e de 61,54% para 62,54% (modelos de teste) da AD e FA, respectivamente.

#### 4.3.2 Análise II) *Velocidade do Tráfego* e *Interações sociais*

Dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de estruturação, a AD escolhida para análise (*minsplit* = 4, *minbucket* = 2, *maxdepth* = 5) foi capaz de prever corretamente 86,75% e 55% dos resultados para as amostras de treinamento e validação, respectivamente. Das 13 variáveis dependentes de entrada (grupo *ii*), seis foram efetivamente utilizadas na construção da AD: quantidade de vizinhos que conhece do mesmo e do outro lado da vida em que reside (*Q11\_Ap\_SeuLado* e *Q12\_Ap\_OutroLado*), a frequência com que visita e tem contato com os seus vizinhos (*Q13\_Vizinhos\_Visita* e *Q14\_Vizinhos\_Contato*), se o entrevistado se sente integrado à região (*Q15\_Integra*) e se vandalismo e pichações são um problema na região (*Q15\_Vandalismo*), como pode ser visto na Figura B.2 (Apêndice B).

A AD em questão, elaborada considerando a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente e as *interações sociais* dos entrevistados como variáveis independentes, classifica a amostra em 14 nós folhas. Analisa-se que as pessoas que têm contato com os vizinhos com frequência (representados por *Q14\_Vizinhos\_Contato* = “0”), que discordam que vandalismo e pichações são um problema na região, que conhecem menos do que 2 ou mais do que 7 vizinhos do mesmo lado da rua, consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira para os seus deslocamentos a pé, representadas pelos nós 13 e 14 (Tabela B.4, no Apêndice B).

De outro ponto de vista, os indivíduos que não têm contato com os vizinhos com frequência, discordam que vandalismo e pichações são um problema na região e não conhecem os vizinhos

do mesmo lado da rua, não consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira que impede ou dificulta os seus deslocamentos a pé. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela B.4.

Em sequência, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi gerada a análise de Floresta Aleatória. A partir do conjunto de gráficos de importância das variáveis, gerados pela AD e pela FA para esta análise, vê-se que a quantidade de vizinhos que os entrevistados conhecem do mesmo lado e do outro lado da rua (*Q11\_Ap\_SeuLado* e *Q12\_Ap\_OutroLado*, respectivamente) são as variáveis que se destacam na classificação da amostra. Os parâmetros de desempenho da AD e da FA que consideram a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente e as características das interações sociais dos entrevistados como variáveis independentes, são exibidos na Tabela B.5 (Apêndice B).

Os parâmetros calculados a partir da matriz de confusão permitem constatar, por meio do Valor Preditivo Positivo ou Precisão, que uma proporção da amostra de 85,96% e 66,67% (para as ADs de treinamento e teste, respectivamente) e 100% e 61,54% (para as FAs de treinamento e teste, respectivamente) foi corretamente identificada como classe positiva, representada neste caso por “0” (ou seja, pelas pessoas que não consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira). Além disso, o Valor Preditivo Negativo, que revela que a proporção de identificação correta daqueles que consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira (exibidos pela classe “1”), é mostrado na Tabela B.5 e corresponde a 88,46% para a AD de treinamento. Em contrapartida, para a AD desenvolvida com a amostra de teste, este valor é de 37,50% e apresenta redução para a FA gerada com a mesma amostra.

Observa-se ainda que a taxa de verdadeiro positivo, ou Sensibilidade, evolui de 94,23% para 100% (modelos de treinamento) e se mantém constante em 61,54% (modelos de teste) para a AD e FA, respectivamente. A Especificidade, por sua vez, apesar de apresentar melhora da árvore de decisão para a floresta aleatória na amostra de treinamento, não apresenta o mesmo comportamento na amostra de teste. Neste caso, a taxa de verdadeiro positivo apresentou diminuição.

#### 4.3.3 Análise III) *Velocidade do Tráfego* e *Viagens e mobilidade*

Dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de estruturação, a AD escolhida para análise (*minsplit* = 4, *minbucket* = 2, *maxdepth* = 5) foi capaz de prever corretamente 86,75% e 65% dos resultados para as amostras de treinamento e validação,



respectivamente. Das 27 variáveis dependentes de entrada (grupo *iii*), nove foram efetivamente utilizadas na construção da AD: quantidade de viagens realizadas a pé por dia (*Q19\_Nviagens*), se evita circular por ruas com pouco movimento de pessoas ou veículos (*Q21\_Evita\_RuasPoucoMov*), se as faixas de pedestre da rua mais movimentada perto de onde mora são bem localizada e sempre as usa (*Q21\_Local\_Faixa\_Ped*), sobre se sentir mais seguro em ruas com maior movimento de pessoas (*Q21\_Seguro\_Mov\_Pess*), qual a rua mais movimentada perto de onde mora (*Q31\_Rua\_Mov*), se a rua mais movimentada é onde reside (*Q32\_Rua\_MovMora*), se evita circular por essa via por ser muito movimentada (*Q33\_Rua\_MovNaoAtrav*), como o entrevistado classifica a velocidade do tráfego na rua mais movimentada (*Q35\_Veloc\_RuaMov*) e como avalia o volume de tráfego na rua onde mora (*Q28\_Vol\_RuaMora*), como pode ser visto na Figura B.3 (Apêndice B).

A AD em questão, elaborada considerando a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente e as características de *viagem e mobilidade* dos entrevistados como variáveis independentes, conforme mostrado na Figura B.3, classifica a amostra em 10 nós folhas. Analisa-se que os entrevistados que evitam circular pela via mais movimentada e julgam baixo ou alto o volume e a velocidade de tráfego da rua onde moram, consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira para os seus deslocamentos a pé, representados pelo nó 10, um nó homogêneo (Tabela B.6, no Apêndice B). Além disso, os entrevistados que evitam circular pela via mais movimentada, consideram regular o volume de tráfego da rua onde moram e realizam mais de 4 viagens a pé por dia pela região, são também representados por um nó homogêneo e pertencem à classe que considera a *Velocidade do Tráfego* uma barreira.

Por outro lado, os indivíduos que não evitam circular pela via mais movimentada, que consideram a Rua Miguel Petroni ou outra a mais movimentada da região, porém não moram nesta, não consideram que a velocidade é um empecilho para os deslocamentos dos pedestres. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela B.6 do Apêndice B.

A partir disso, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi gerada a análise de Floresta Aleatória. A partir do conjunto de gráficos de importância das variáveis, gerados pela AD e pela FA para esta análise, vê-se que a rua mais movimentada perto de onde o entrevistado reside (*Q31\_Rua\_Mov*) e se evita circular por essa via por ser muito movimentada (*Q33\_Rua\_MovNaoAtrav*) são as variáveis que aparecem como relevantes para predição de ambos os modelos. Os parâmetros de desempenho da AD e da FA

que consideram a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente e as características de interações sociais dos entrevistados como variáveis independentes, são exibidos na Tabela B.7 (Apêndice B).

A matriz de confusão gerada a partir dos dados da AD de treinamento permite o cálculo de parâmetros de desempenho para os modelos. Por meio do Valor Preditivo Positivo ou Precisão, observa-se que proporções da amostra de 84,75% e 68,75% (para as ADs de treinamento e teste, respectivamente) e 100% e 75% (para as FAs de treinamento e teste, respectivamente) foram corretamente identificadas como classe positiva, representada neste caso por “0” (ou seja, pelas pessoas que não consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira). Além disso, o Valor Preditivo Negativo, que apresentou resultado de 91,67% para a AD de treinamento com esta configuração, revela a proporção de identificação correta daqueles que consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira (exibidos pela classe “1”).

Observa-se ainda que a Especificidade evolui de 70,97% da AD para 100% na FA, ambas para a amostra de treinamento. Para a amostra de teste esse valor passa de 28,57%, na árvore solitária, para 42,86%, no conjunto de árvores componentes da floresta aleatória. Esse percentual mostra a probabilidade de o indivíduo que considera a *Velocidade do Tráfego* uma barreira ter sido realmente classificado como classe “1”. A Sensibilidade também apresenta melhoria de resultado da AD com relação à FA, mostrando, por exemplo, que a taxa de verdadeiro positivo, muda de 96,15% para 100% (modelos treinamento) e de 84,62% para 92,31% (modelos de teste) da AD e FA, respectivamente.

#### 4.3.4 Análise IV) *Velocidade do Tráfego* e Variáveis mais relevantes

A partir da análise das três árvores de decisão utilizando a variável *Velocidade do Tráfego* como dependente, mostradas nas análises I, II e III, para dar forma à quarta análise, foram selecionadas as variáveis que se destacaram como mais relevantes. Neste caso, as variáveis selecionadas foram: grupo *i* - distância da residência à Rua Miguel Petroni (*Q5\_Distancia*), tempo que o entrevistado mora na região (*Q7\_TempoReg*), tempo que o entrevistado mora no atual endereço (*Q6\_TempoResid*); grupo *ii* - quantidade de vizinhos que conhece do mesmo e do outro lado da vida em que reside (*Q11\_Ap\_SeuLado* e *Q12\_Ap\_OutroLado*); e grupo *iii* - qual a rua mais movimentada perto de onde mora (*Q31\_Rua\_Mov*) e se evita circular por essa via por ser muito movimentada (*Q33\_Rua\_MovNaoAtrav*).

Dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de composição, a AD escolhida para análise (*minsplit* = 8, *minbucket* = 4, *maxdepth* = 5) foi capaz de prever corretamente

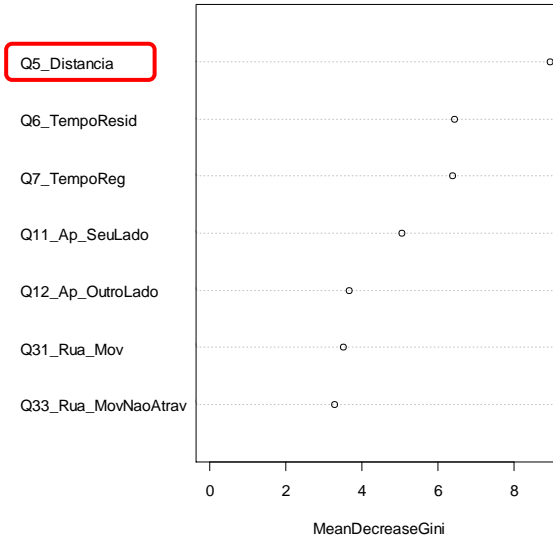
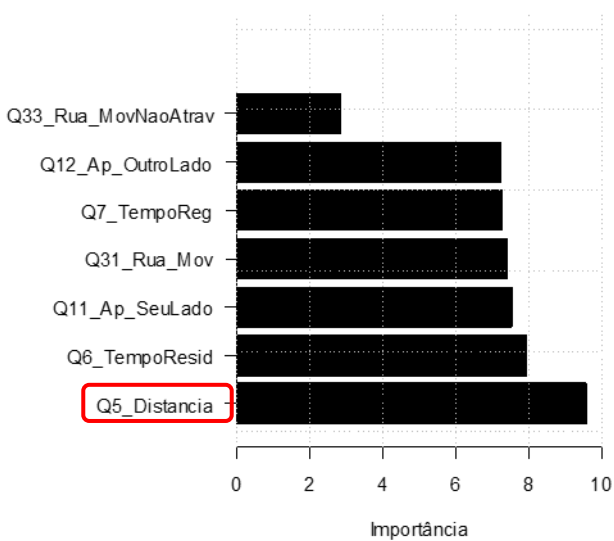
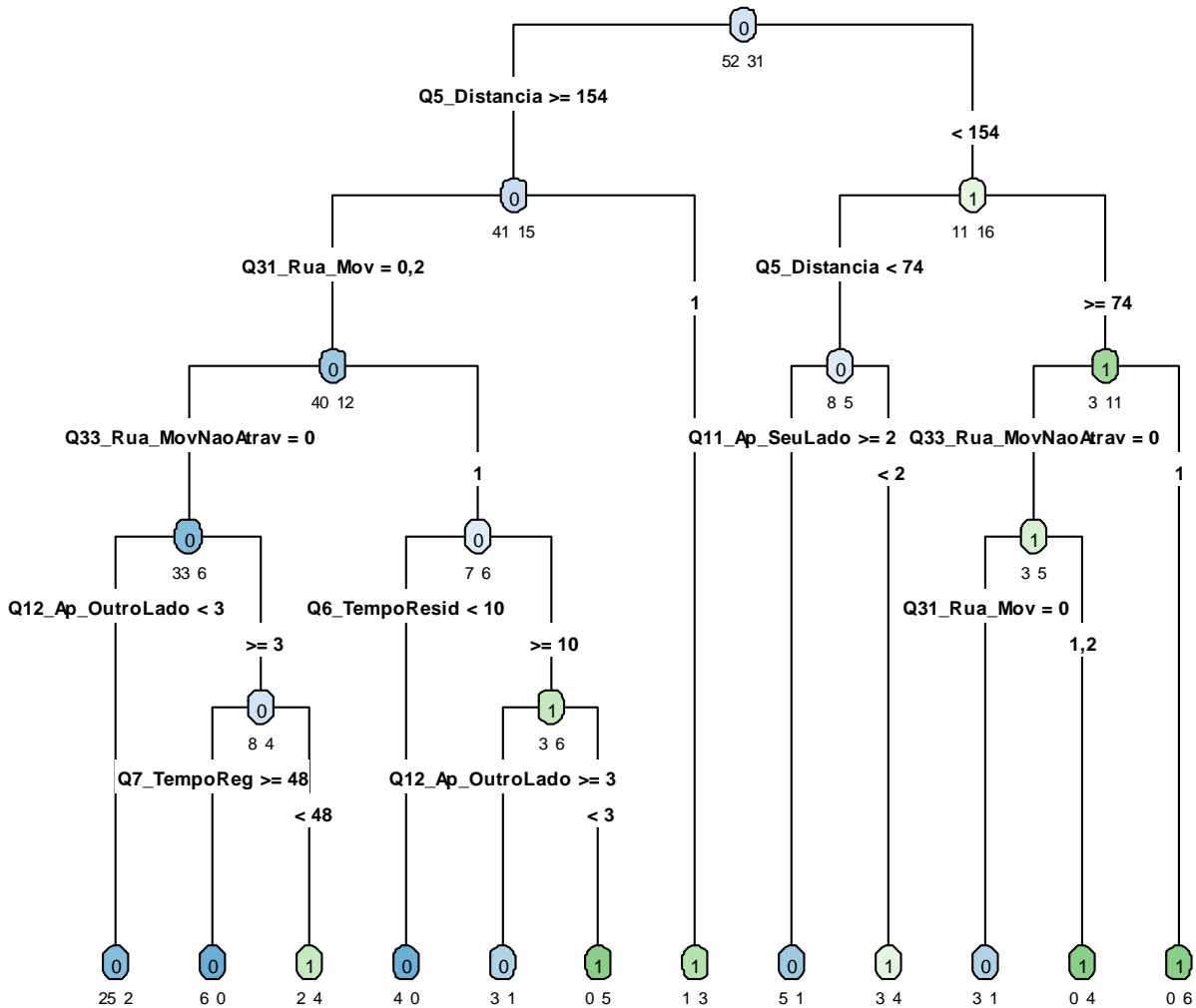
86,75% e 60,0% dos resultados para as amostras de treinamento e validação, respectivamente (Tabela B.9). Das 7 variáveis dependentes de entrada, seis foram efetivamente utilizadas na construção da AD, como mostrado a seguir.

A AD em questão, elaborada considerando a *Velocidade do Tráfego* e as *Variáveis mais relevantes*, com relação às características individuais, de interações sociais e de viagem e mobilidade dos entrevistados (Figura 14, ou Figura B.4 do Apêndice B), classifica a amostra em 12 nós folhas. Analisa-se, então, que os entrevistados que residem a uma distância entre 74 e 154 metros da Rua Miguel Petroni e evitam circular pela via mais movimentada, consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira para os seus deslocamentos a pé, representadas pelo nó 12, um nó homogêneo (Tabela 8). Além disso, os entrevistados que moram a uma distância inferior a 74 metros da via de estudo e conhecem menos do que 2 vizinhos do seu lado da rua, também pertencem à classe em que a *Velocidade do Tráfego* é considerada uma barreira.

Por outro lado, parte dos entrevistados possui outra classificação. Os indivíduos que moram entre 74 e 154 metros da Rua Miguel Petroni, que a consideram a mais movimentada da região e não evitam circular por ela devido a isso, não consideram que a velocidade é um empecilho para os deslocamentos dos pedestres. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela 8 (no Apêndice B, Tabela B.8).

Dando continuidade ao processo, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi conduzida a análise de Floresta Aleatória. A partir do conjunto de gráficos de importância das variáveis, gerados pela AD e pela FA para esta análise, vê-se que a distância da residência do entrevistado até a via de estudo (*Q5\_Distancia*), destacada com uma borda vermelha nos gráficos de importância, é a variável que mais se destaca como importante para predição de ambos os modelos. Os parâmetros de desempenho da AD e da FA que consideram a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente e, as variáveis classificadas como relevantes como variáveis independentes, são exibidos na Tabela 9 (também Tabela B.9 do Apêndice B).

**Figura 14 -** Árvore de Decisão da Análise IV (*Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



Fonte: Autora.

**Tabela 8** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (*Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes*)

Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 1	27	32,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Conhece menos do que 3 vizinhos do seu lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 2	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Conhece 3 ou mais vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Mora na região a 4 anos ou mais.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 3	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Conhece 3 ou mais vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Mora na região a menos do que 4 anos.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 4	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Mora no endereço a menos que 10 meses.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 5	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Mora no endereço a 10 meses ou mais.</li> <li>- Conhece 3 ou mais vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 6	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Mora no endereço a 10 meses ou mais.</li> <li>- Conhece menos do que 3 vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Continua

**Tabela 8** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (*Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes*) (Continuação)

Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 7	4	4,8	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Considera a Rua Miguel João a rua mais movimentada da região.	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 8	6	7,2	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Conhece 2 ou mais vizinhos do seu lado.	Velocidade não é uma barreira
Nó 9	7	8,4	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Conhece menos do que 2 vizinhos do seu lado.	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 10	4	4,8	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Não evita circular pela via mais movimentada. - Considera a Rua Miguel Petroni a rua mais movimentada da região.	Velocidade não é uma barreira
Nó 11	4	4,8	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Não evita circular pela via mais movimentada. - Considera a Rua Miguel João ou outra a rua mais movimentada da região.	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 12	6	7,2	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Evita circular pela via mais movimentada.	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Fonte: Autora.

A matriz de confusão gerada a partir dos dados da AD de treinamento permite o cálculo de parâmetros de desempenho para os modelos. Por meio do Valor Preditivo Positivo ou Precisão, observa-se que uma proporção da amostra de 90,20% e 72,73% (para as ADs de treinamento e teste, respectivamente) e 100,00% e 64,29% (para as FAs de treinamento e teste, respectivamente) identificou corretamente a classe positiva, representada neste caso por “0” (ou seja, pelas pessoas que não consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira). Além disso, o

Valor Preditivo Negativo, que apresentou resultados de 81,25% e 100,00%, respectivamente, para a AD e FA de treinamento, revela a proporção de identificação correta daqueles que consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira (exibidos pela classe “1”). Os resultados dos outros parâmetros calculados são mostrados na Tabela 9 (no Apêndice B, Tabela B.9).

Observa-se ainda que a Especificidade evolui de 83,87% da AD para 100,00% na FA, ambas para a amostra de treinamento. Entretanto, para a amostra de teste esse valor reduz de 57,14%, na árvore solitária, para 28,57%, no conjunto de árvores componentes da floresta aleatória. Esse percentual mostra a probabilidade de o indivíduo que considera a *Velocidade do Tráfego* uma barreira ter sido realmente classificado como classe “1”. A Sensibilidade também apresenta melhoria de resultado da AD com relação a FA, mostrando, por exemplo, que a taxa de verdadeiro positivo, muda de 88,46% para 100,00% (modelos de treinamento) e de 61,54% para 69,23% (modelos de teste) da AD e FA, respectivamente.

**Tabela 9** - Desempenho preditivo dos modelos de AD e FA para Análise IV (*Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	46	8	52	9
Falso Positivo	5	3	0	5
Falso Negativo	6	5	0	4
Verdadeiro Negativo	26	4	31	2
Acurácia (%)	86,75	60,00	100,00	55,00
Sensibilidade (%)	88,46	61,54	100,00	69,23
Especificidade (%)	83,87	57,14	100,00	28,57
Prevalência (%)	62,65	65,00	62,65	65,00
Valor Preditivo Positivo (%)	90,20	72,73	100,00	64,29
Valor Preditivo Negativo (%)	81,25	44,44	100,00	33,33
Taxa de Falsa Descoberta (%)	9,80	27,27	0	35,71
Taxa de Falsa Omissão (%)	18,75	55,56	0	66,67
Taxa de Falso Positivo (%)	16,13	42,86	0	71,43
Taxa de Falso Negativo (%)	11,54	38,46	0	30,77

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é “0”.

Fonte: Autora.

#### 4.4 Análise do *Volume do Tráfego* como variável dependente

O questionário, a partir da questão 25, permitiu verificar a porcentagem de entrevistados que acreditam que a *Volume do Tráfego* é um empecilho para os seus deslocamentos a pé. Isso resultou na Classe 1, com 47,6%, representando àqueles que opinaram que o volume constitui um empecilho para os deslocamentos a pé e, na Classe 0, com 52,4%, correspondente à negação. A partir disso, a variável dependente foi analisada com as técnicas de Árvore de Decisão e Floresta Aleatória, visando classificar as observações quanto à *Volume do Tráfego*,

identificando características padrões que levam os entrevistados a optarem por cada uma das classes da variável dependente e identificando as variáveis independentes que mais influenciam a percepção dos pedestres quanto a isto.

Assim como para as análises que consideraram a *Velocidade do Tráfego* como variável dependente, mostradas no item anterior, para as análises aqui descritas foram geradas árvores com a quantidade final de amostras coletadas, 103 entrevistas, dividida aleatoriamente em dois grupos, dados de treinamento (80%) e dados de validação do modelo (20%). Utilizando o algoritmo CART, foram testadas ADs com diversas configurações, considerando diferentes parâmetros de entrada (*minsplit*, *minbucket*, *maxdepth*). Foi observado que quanto menor a quantidade mínima de amostras necessárias para uma nova divisão, maior se torna a precisão para a AD gerada, principalmente devido ao tamanho da base de dados. Alguns modelos de AD foram desenvolvidos e os resultados com melhor desempenho, para cada uma das análises propostas, serão apresentados aqui.

Em seguida, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi conduzida a análise de floresta aleatória. A FA, gerada para cada análise com 2 mil árvores de decisão, por sua vez, auxiliou no *ranking* de classificação das variáveis mais relevantes para o modelo. O gráfico de importância das variáveis, mostrado para as análises geradas, é obtido pela média de decréscimo do Gini (*Mean Decrease Gini*), que é a média de redução da impureza da variável perante os cruzamentos realizados para predição final do modelo; ou seja, quando maior esse valor, menos impura e mais importante é a variável.

As análises I, II e III deste tópico serão tratadas sucintamente, visto que foram estruturadas e analisadas da mesma maneira que as respectivas análises do item anterior. Os resultados gerados, assim como os parâmetros de desempenho destas, podem ser vistos no Apêndice B deste documento. Por sua vez, a análise IV será tratada detalhadamente, visto que engloba as variáveis relevantes destacadas nas demais análises.

#### 4.4.1 Análise I) *Volume do Tráfego e Caracterização dos entrevistados*

Dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de estruturação, a AD escolhida para análise (*minsplit* = 4, *minbucket* = 2, *maxdepth* = 5) foi capaz de prever corretamente 78,57% e 57,89% dos resultados para as amostras de treinamento e validação, respectivamente. A AD em questão, elaborada considerando o *Volume do Tráfego* e as características individuais dos entrevistados, classifica a amostra em 9 nós folhas, como pode ser visto na Figura B.5 (apresentada no Apêndice B).



Analisa-se que as pessoas que residem a uma distância menor do que 191 metros da Rua Miguel Petroni e possuem idade superior a 59 anos, consideram a velocidade do tráfego uma barreira para os seus deslocamentos a pé na região, representadas por um nó homogêneo (em que 100% da amostra pertence a esta classe). Além disso, aqueles que residem a menos de 191 metros da Rua Miguel Petroni, que possuem entre 18 e 59 anos, cujo nível de escolaridade é superior completo ou inferior e o estado de saúde varia entre razoável e ruim, também consideram o volume um empecilho para os pedestres. Neste último caso, representado por um nó heterogêneo, em que 80% da amostra com essas características pertence à classe em que considera o *Volume do Tráfego* uma barreira. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela B.10 (Apêndice B).

Para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi gerada a análise de Floresta Aleatória. Os gráficos de importância das variáveis, bem como os parâmetros de desempenho da AD e da FA que consideram a *Volume do Tráfego* como variável dependente e as características individuais dos entrevistados como variáveis independentes, são exibidos na Apêndice B (Figura B.5 e Tabela B.11).

#### 4.4.2 Análise II) *Volume do Tráfego e Interações sociais*

Dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de estruturação, a AD escolhida para análise (*minsplit = 6, minbucket = 3, maxdepth = 5*) foi capaz de prever corretamente 76,19% e 57,89% dos resultados para as amostras de treinamento e validação, respectivamente. A AD em questão, elaborada considerando o *Volume do Tráfego* e as interações sociais dos entrevistados, classifica a amostra em 8 nós folhas, como pode ser visto na Figura B.6 (Apêndice B).

Observa-se que as pessoas que concordam que se sentem solitárias na região, e que conhecem menos do que 3 e mais do que 5 vizinhos do mesmo lado da rua em que moram, consideram o *Volume do Tráfego* uma barreira para os seus deslocamentos a pé, representadas pelos nós 7 e 8 (Tabela B.12). Também, as pessoas que discordam ou são neutras quanto à questão de se sentirem solitárias nessa região, que concordam que vandalismo e pichações são um problema e que conhecem menos do que 5 vizinhos do outro lado da rua, consideram o *Volume de Tráfego* um empecilho para os seus deslocamentos a pé. Neste último caso, são representados por um nó homogêneo, que representa 7,1% da amostra de treinamento. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela B.12 (Apêndice B).

Em sequência, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi gerada a análise de Floresta Aleatória. Os gráficos de importância das variáveis, bem como os parâmetros de desempenho calculados a partir da matriz de confusão são exibidos no Apêndice B (Figura B.6 e Tabela B.13).

#### 4.4.3 Análise III) *Volume do Tráfego e Viagens e mobilidade*

Para esta análise, dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de estruturação, a AD escolhida para análise ( $minsplit = 8$ ,  $minbucket = 4$ ,  $maxdepth = 5$ ) foi capaz de prever corretamente 77,62% e 42,11% dos resultados para as amostras de treinamento e validação, respectivamente. A AD em questão, elaborada entre o *Volume do Tráfego* e as características de viagem e mobilidade dos entrevistados, conforme mostrado na Figura B.7 (Apêndice B), classifica a amostra em 6 nós folhas.

Analisa-se que os entrevistados que consideram a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região e residem nesta via consideram a *Volume do Tráfego* uma barreira para os seus deslocamentos a pé, representados pelo nó 5 (Tabela B.14, no Apêndice B). Além disso, os entrevistados que consideram a Rua Miguel João como a via mais movimentada da região também pertencem à classe que considera o *Volume do Tráfego* uma barreira. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela B.14.

A partir disso, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi gerada a análise de Floresta Aleatória. Os gráficos de importância das variáveis, gerados pela AD e pela FA desta análise, assim como os parâmetros de desempenho, são exibidos na Figura B.7 e na Tabela B.15, mostradas no Apêndice B deste documento.

#### 4.4.4 Análise IV) *Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes*

A partir da análise das três árvores de decisão utilizando a variável *Volume do Tráfego* como dependente, mostradas nas análises I, II e III, para dar formato a quarta análise, foram selecionadas as variáveis que se destacaram como mais relevantes. Neste caso, as variáveis selecionadas foram: grupo *i* - distância da residência à Rua Miguel Petroni ( $Q5\_Distancia$ ), tempo que o entrevistado mora na região ( $Q7\_TempoReg$ ), tempo que o entrevistado mora no atual endereço ( $Q6\_TempoResid$ ) e faixa etária ( $Q2\_Idade$ ); grupo *ii* - quantidade de vizinhos que conhece do mesmo e do outro lado da vida em que reside ( $Q11\_Ap\_SeuLado$  e

*Q12\_Ap\_OutroLado*); e grupo *iii* - qual a rua mais movimentada perto de onde mora (*Q31\_Rua\_Mov*).

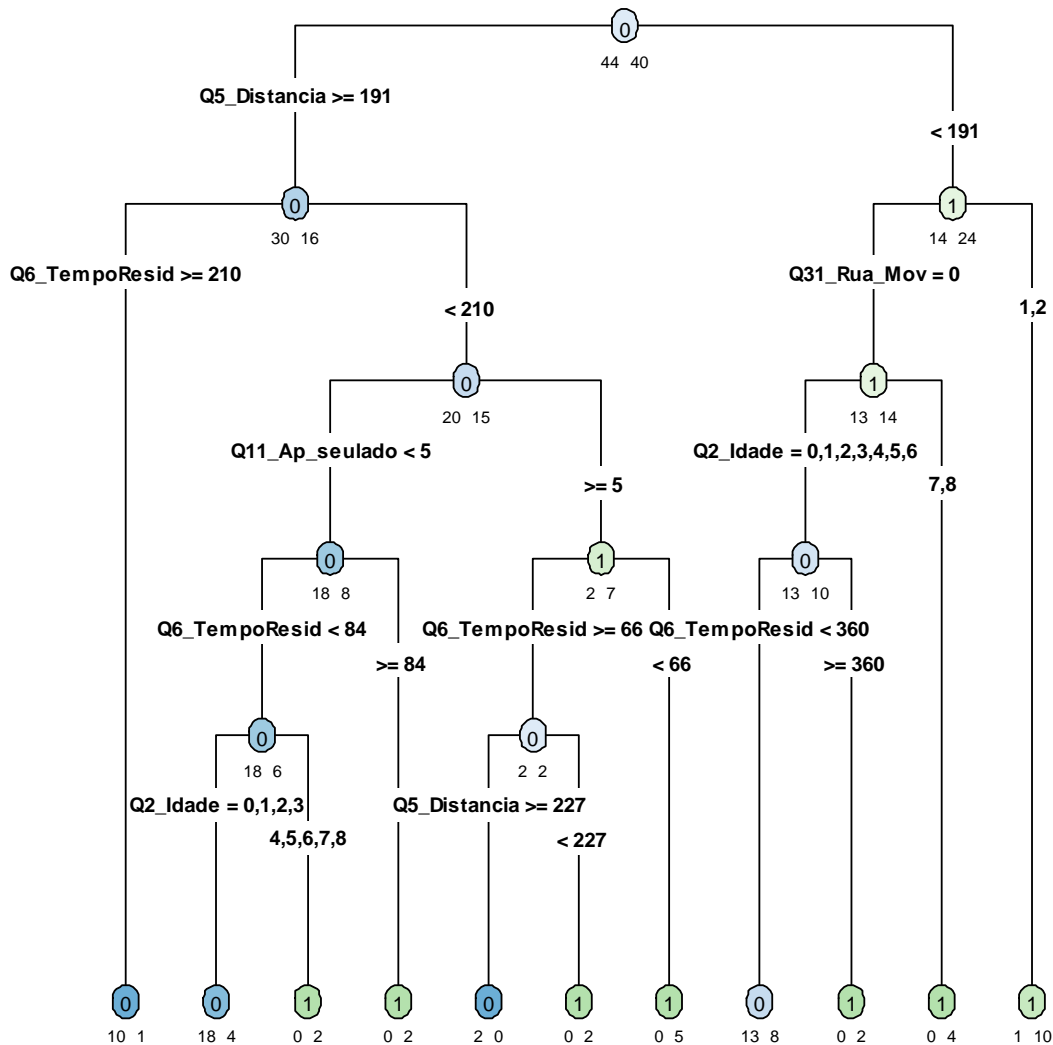
Dentre as árvores de decisão geradas, alternando os critérios de composição, a AD escolhida para análise (*minsplit* = 4, *minbucket* = 2, *maxdepth* = 5) foi capaz de prever corretamente 83,33% e 47,37% dos resultados para as amostras de treinamento e validação, respectivamente. Das 7 variáveis dependentes de entrada, cinco foram efetivamente utilizadas na construção da AD, como mostrado a seguir.

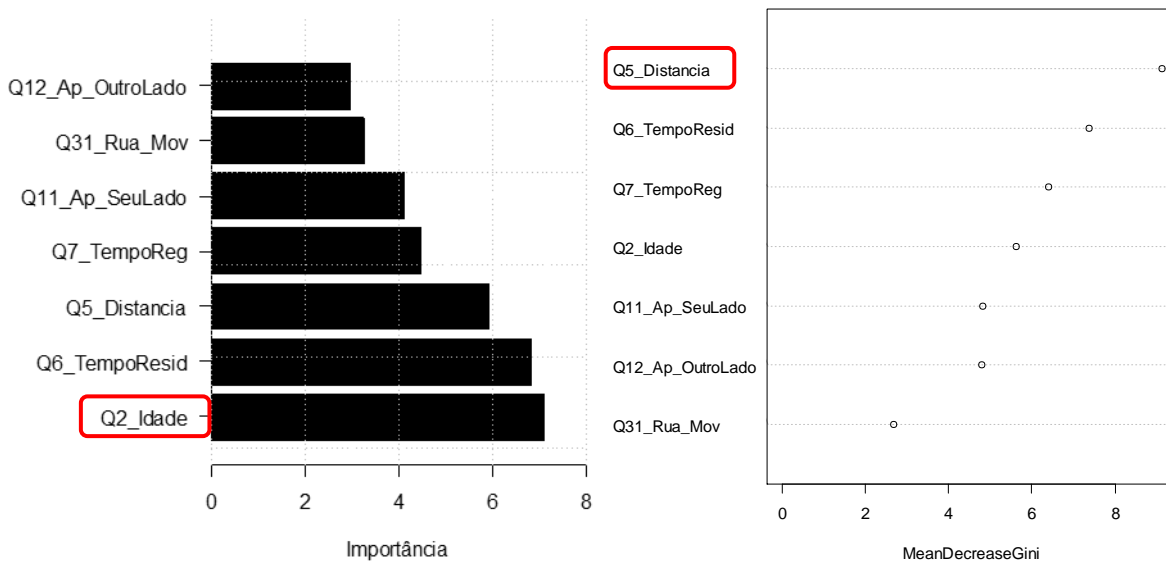
A AD em questão, elaborada considerando o *Volume do Tráfego* e as *Variáveis mais relevantes*, com relação às características individuais, de interações sociais e de viagem e mobilidade dos entrevistados (Figura 15, ou Figura B.8 do Apêndice B), classifica a amostra em 11 nós folhas. Analisa-se, então, que os entrevistados que residem a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni, consideram a mesma a via mais movimentada da região e possuem idade superior a 59 anos, consideram o *Volume do Tráfego* uma barreira para os seus deslocamentos a pé, representadas pelo nó 10, um nó homogêneo (Tabela 10). Além disso, os entrevistados que moram a uma distância inferior a 191 metros da via de estudo e consideram a Rua Miguel João ou outra a mais movimentada da região, também pertencem à classe que considera o *Volume do Tráfego* uma barreira.

Por outro lado, parte dos entrevistados possui outra classificação. Os indivíduos que moram a uma distância superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni e residem no endereço a mais de 210 meses (17,5 anos) não consideram que a velocidade é um empecilho para os deslocamentos dos pedestres. O detalhamento de cada um dos nós folhas gerados pode ser observado na Tabela 10 (ou, no Apêndice B, Tabela B.16).

Dando continuidade ao processo, para a mesma configuração de variável dependente e variáveis independentes, foi conduzida a análise de Floresta Aleatória. A partir do conjunto de gráficos de importância das variáveis, gerados pela AD e pela FA para esta análise, vê-se que a distância da residência do entrevistado até a via de estudo (*Q5\_Distancia*) aparece como uma das variáveis que mais se destaca como importante para predição de ambos os modelos. Além dela, aparece também a faixa etária do entrevistado (*Q2\_Idade*) e o tempo em que reside no endereço e na região (*Q6\_TempoResid* e *Q7\_TempoReg*, respectivamente). Os parâmetros de desempenho da AD e da FA que consideram o *Volume do Tráfego* como variável dependente e, as variáveis classificadas como relevantes como variáveis independentes, são exibidos na Tabela 11 (ou Tabela B.17 do Apêndice B).

**Figura 15** - Árvore de Decisão da Análise IV (*Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)





Fonte: Autora.

**Tabela 10 - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (*Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes*)**

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 1	11	13,1	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a 210 meses (17,5 anos) ou mais.	Volume não é uma barreira
Nó 2	22	26,2	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua. - Reside no endereço a menos que 84 meses (7 anos). - Faixa etária entre 18 e 41 anos.	Volume não é uma barreira
Nó 3	2	2,4	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua. - Reside no endereço a menos que 84 meses (7 anos). - Faixa etária superior a 41 anos.	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 4	2	2,4	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos).	<b>Volume é uma barreira</b>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Reside no endereço a 84 meses (7 anos) ou mais.</li> </ul>	
Nó 5	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos).</li> <li>- Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Reside no endereço a 66 meses (5,5 anos) ou mais.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 227 metros da Rua Miguel Petroni.</li> </ul>	Volume não é uma barreira

Continua

**Tabela 10** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (*Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes*) (Continuação)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 6	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos).</li> <li>- Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Reside no endereço a 66 meses (5,5 anos) ou mais.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 227 metros da Rua Miguel Petroni.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 7	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos).</li> <li>- Conhece 5 ou mais vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 66 meses (5,5 anos).</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 8	21	25,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni a mais movimentada da região.</li> <li>- Faixa etária entre 18 e 59 anos.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 360 meses (30 anos).</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 9	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni a mais movimentada da região.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>

			- Faixa etária entre 18 e 59 anos. - Reside no endereço a 360 meses (30 anos) ou mais.	
Nó 10	4	4,8	- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Considera a Rua Miguel Petroni a mais movimentada da região. - Faixa etária acima de 59 anos.	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 11	11	13,1	- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Considera a Rua João ou outra a mais movimentada da região.	<b>Volume é uma barreira</b>

Fonte: Autora.

A matriz de confusão gerada a partir dos dados da AD de treinamento permite o cálculo de parâmetros de desempenho para os modelos. Por meio do Valor Preditivo Positivo ou Precisão, observa-se que uma proporção da amostra de 76,36% e 50% (para as ADs de treinamento e teste, respectivamente) e 100% e 50% (para as FAs de treinamento e teste, respectivamente) identificou corretamente a classe positiva, representada neste caso por “0” (ou seja, pelas pessoas que não consideram o *Volume do Tráfego* uma barreira). Além disso, o Valor Preditivo Negativo, que apresentou resultado de 96,43% e 100%, respectivamente, para a AD e FA de treinamento, revela que a proporção de identificação correta daqueles que consideram o *Volume do Tráfego* uma barreira (exibidos pela classe “1”). Os resultados dos outros parâmetros calculados são mostrados na Tabela 11.

Observa-se ainda que a Especificidade evolui de 67,50% da AD para 100% na FA, ambas para a amostra de treinamento. Entretanto, para a amostra de teste esse valor se mantém em 33,33% para a árvore solitária e para o conjunto de árvores componentes da floresta aleatória. Esse percentual mostra a probabilidade de o indivíduo que considera o *Volume do Tráfego* uma barreira ter sido realmente classificado como classe “1”. A Sensibilidade também apresenta melhoria de resultado na amostra de treinamento da AD com relação a FA, mostrando, por exemplo, que a taxa de verdadeiro positivo, muda de 97,67% para 100%. Já na amostra de teste, esse valor permanece em 60% para AD e FA.

**Tabela 11** - Desempenho preditivo dos modelos de AD e FA para Análise IV (*Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	42	6	44	6
Falso Positivo	13	6	0	6
Falso Negativo	1	4	0	4
Verdadeiro Negativo	27	3	40	3
Acurácia (%)	83,33	47,37	100	47,37
Sensibilidade (%)	97,67	60,00	100	60,00
Especificidade (%)	67,50	33,33	100	33,33
Prevalência (%)	51,81	52,63	52,38	52,63
Valor Preditivo Positivo (%)	76,36	50,00	100	50,00
Valor Preditivo Negativo (%)	96,43	42,86	100	42,86
Taxa de Falsa Descoberta (%)	23,64	50,00	0	50,00
Taxa de Falsa Omissão (%)	3,57	57,14	0	57,14
Taxa de Falso Positivo (%)	32,50	66,67	0	66,67
Taxa de Falso Negativo (%)	2,33	40,00	0	40,00

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é “0”.

Fonte: Autora.

Dessa maneira, a aplicação da técnica de AD aos dados coletados classificou as observações quanto ao efeito barreira, obtendo as variáveis independentes que mais influenciam a percepção dos pedestres sobre isto, além de identificar características que parecem levar os entrevistados a optarem por cada uma das classes da variável dependente. Concomitantemente, os modelos de FA contribuíram para a definição das variáveis de maior importância para a percepção dos entrevistados sobre o efeito barreira, permitindo uma comparação dos seus resultados com os resultados obtidos pela AD solitária de melhor desempenho.

#### 4.5 Associação entre as dificuldades existentes no deslocamento a pé e o efeito barreira

A partir dos dados relativos às possíveis dificuldades encontradas no deslocamento a pé, às características individuais dos respondentes e à opinião dos usuários sobre a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* na região, foram elaboradas tabelas de contingência entre as variáveis e aplicado o teste de independência *Qui-quadrado*. Os testes foram realizados entre as variáveis que caracterizam as dificuldades para o deslocamento dos respondentes e as perguntas de velocidade e volume do tráfego, como discutido a seguir.

Para estas análises de associação, permaneceu a divisão dos entrevistados em dois grupos, os que consideram e os que não consideram a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* como barreira para o deslocamento a pé. Sendo assim, no grupo “SIM” foram agrupados aqueles que responderam que “às vezes”, “geralmente” ou “sempre” consideram que a velocidade (36,9% do total) e o volume do tráfego (47,6% do total) impede que atinjam seus destinos caminhando.



E no grupo “NÃO” foram agrupados os que responderam “raramente” e “nunca” para a mesma pergunta (63,1% e 52,4%, para a velocidade e para o volume do tráfego, respectivamente).

Os resultados da aplicação do teste de independência *Qui-quadrado* entre as duas variáveis características do efeito barreira (Questão 25) e as 11 questões binárias relacionadas às dificuldades na realização de percursos a pé (Questão 22) são apresentados a seguir.

#### 4.5.1 *Velocidade do tráfego* e as dificuldades existentes no deslocamento a pé

A Tabela 12 apresenta um resumo dos valores encontrados no teste de independência *Qui-quadrado* considerando a *Velocidade do Tráfego* e as possíveis dificuldades encontradas nos deslocamentos dos pedestres. São apresentados os valores observados, os valores esperados (entre parênteses) e os valores dos resíduos padronizados de *Pearson* (em negrito).

É possível observar um *p*-valor inferior a 0,05 para as variáveis *poluição sonora e do ar*, *trechos que exigem esforço físico excessivo* e *ruas muito largas* (não dando tempo para atravessar), o que sugere sua associação com a variável *Velocidade do Tráfego*. É possível notar também evidência de associação entre a velocidade e *rua perigosa devido ao tráfego* e a *presença de obstáculos* dificultando a visualização dos veículos circulando, nestes casos para um nível de significância de 0,10 (Tabela 12).

De maneira geral, cerca de 60% dos entrevistados (62 dos 103) dizem não ter problema com *poluição sonora e do ar* na região de estudo. No entanto, quando se analisa o grupo de pessoas que consideram a *Velocidade do Tráfego* uma barreira para que realizem deslocamentos a pé, 57,9% destes se incomodam com a poluição. Além disto, um valor de SPR (Resíduo Padronizado de *Pearson*, ou, em inglês, *Standardized Pearson Residuals*) maior do que 2,0 significa que as células têm valores observados muito acima ou muito abaixo dos valores esperados, o que contribui para um valor final elevado de *Qui-quadrado* ( $\chi^2$ ) (Tabela 12).

**Tabela 12-**  $\chi^2$  entre a variável *Velocidade do Tráfego* e as variáveis que caracterizam dificuldades do deslocamento a pé

Dificuldade	A VELOCIDADE DO TRÁFEGO é uma barreira que impede ou dificulta que você atinja os seus destinos caminhando		$\chi^2$	p-valor
	Não	Sim		
<b>Rua congestionada ou perigosa devido ao tráfego</b>				
Não	25 (20,8) [1,8]	8 (12,2) [-1,8]	3,338	0,068**
Sim	40 (44,2) [-1,8]	30 (25,8) [1,8]		
<b>Ausência de travessias seguras</b>				
Não	21 (22,1) [-0,5]	14 (12,9) [0,5]	0,220	0,639
Sim	44 (42,9) [0,5]	24 (25,1) [-0,5]		
<b>Semáforo com tempo insuficiente para realizar a travessia</b>				
Não	57 (56,2) [0,5]	32 (32,8) [-0,5]	0,248	0,619
Sim	8 (8,8) [-0,5]	6 (5,2) [0,5]		
<b>Caminhos ruins, com iluminação e/ou pavimentação deficientes</b>				
Não	25 (22,7) [1,0]	11 (13,3) [-1,0]	0,955	0,329
Sim	40 (42,3) [-1,0]	27 (24,7) [1,0]		
<b>Poluição sonora ou poluição do ar</b>				
Não	46 (39,1) [2,9]	16 (22,9) [-2,9]	8,223	0,004*
Sim	19 (25,9) [-2,9]	22 (15,1) [2,9]		
<b>Medo de roubos, furtos ou violência</b>				
Não	23 (21,5) [0,7]	11 (12,5) [-0,7]	0,449	0,503
Sim	42 (43,5) [-0,7]	27 (25,5) [0,7]		
<b>Trechos que exigem esforço físico excessivo</b>				
Não	45 (38,5) [2,7]	16 (22,5) [-2,7]	7,307	0,007*
Sim	20 (26,5) [-2,7]	22 (15,5) [2,7]		
<b>Falta de cruzamentos acessíveis</b>				
Não	38 (34,1) [1,6]	16 (19,9) [-1,6]	2,572	0,109
Sim	27 (30,9) [-1,6]	22 (18,1) [1,6]		
<b>É difícil ver os carros ao atravessar, devido a presença de obstáculos e da curvatura da via</b>				
Não	48 (43,5) [1,9]	21 (25,5) [-1,9]	3,745	0,053**
Sim	17 (21,5) [-1,9]	17 (12,5) [1,9]		
<b>A rua é muito larga e não dá tempo de atravessar</b>				
Não	61 (57,4) [2,3]	30 (33,6) [-2,3]	5,171	0,023*
Sim	4 (7,6) [-2,3]	8 (4,4) [2,3]		
<b>A existência de canteiro central impede/dificulta a travessia</b>				
Não	57 (55,5) [0,8]	31 (32,5) [-0,8]	0,720	0,396
Sim	8 (9,5) [-0,8]	7 (5,5) [0,8]		

Nota: Evidência de associação para nível de significância de 0,05\* e evidência de associação para nível de significância de 0,10\*\*

Fonte: Autora.

#### 4.5.2 *Volume do tráfego* e as dificuldades existentes no deslocamento a pé

A Tabela 13 apresenta um resumo dos valores encontrados no teste de independência *Qui-quadrado* considerando a *Volume do Tráfego* e as possíveis dificuldades encontradas nos deslocamentos dos pedestres. São apresentados os valores observados, os valores esperados (entre parênteses) e os valores dos resíduos padronizados de Pearson (em negrito).

É possível observar um *p*-valor inferior a 0,05 (e um valor de SPR maior do que 2,0) para as seguintes variáveis: *trechos que exigem esforço físico excessivo*, *falta de cruzamentos acessíveis* e *ruas muito largas*, o que sugere associação das mesmas com a variável *Volume do Tráfego*. Não se pode descartar ainda uma possível associação entre o volume e *poluição sonora e do ar*, neste caso para um nível de significância de 0,10 (Tabela 13).

**Tabela 13-**  $\chi^2$  entre a variável *Volume do Tráfego* e as variáveis que caracterizam dificuldades do deslocamento a pé

Dificuldade	O VOLUME DO TRÁFEGO é uma barreira que impede ou dificulta que você atinja os seus destinos caminhando			
	Observado (Esperado) <b>SPR</b>		$\chi^2$	p-valor
	Não	Sim		
<b>Rua congestionada ou perigosa devido ao tráfego</b>				
Não	18 (17,3) [0,3]	15 (15,7) [-0,3]	0,087	0,768
Sim	36 (36,7) [-0,3]	34 (33,3) [0,3]		
<b>Ausência de travessias seguras</b>				
Não	17 (18,3) [-0,6]	18 (16,7) [0,6]	0,316	0,574
Sim	37 (35,7) [0,6]	31 (32,3) [-0,6]		
<b>Semáforo com tempo insuficiente para realizar a travessia</b>				
Não	46 (46,7) [-0,4]	43 (42,3) [0,4]	0,144	0,704
Sim	8 (7,3) [0,4]	6 (6,7) [-0,4]		
<b>Caminhos ruins, com iluminação e/ou pavimentação deficientes</b>				
Não	19 (18,9) [0,1]	17 (17,1) [-0,1]	0,003	0,958
Sim	35 (35,1) [-0,1]	32 (31,9) [0,1]		
<b>Poluição sonora ou poluição do ar</b>				
Não	37 (32,5) [1,8]	25 (29,5) [-1,8]	3,283	0,070**
Sim	17 (21,5) [-1,8]	24 (19,5) [1,8]		
<b>Medo de roubos, furtos ou violência</b>				
Não	18 (17,8) [0,1]	16 (16,2) [-0,1]	0,005	0,942
Sim	36 (36,2) [-0,1]	33 (32,8) [0,1]		
<b>Trechos que exigem esforço físico excessivo</b>				
Não	40 (32,0) [3,2]	21 (29,0) [-3,2]	10,366	0,001*
Sim	14 (22,0) [-3,2]	28 (20,0) [3,2]		
<b>Falta de cruzamentos acessíveis</b>				
Não	34 (28,3) [2,2]	20 (25,7) [-2,2]	5,052	0,025*
Sim	20 (25,7) [-2,2]	29 (23,3) [2,2]		
<b>É difícil ver os carros ao atravessar, devido a presença de obstáculos e da curvatura da Rua</b>				
Não	39 (36,2) [1,2]	30 (32,8) [-1,2]	1,405	0,236
Sim	15 (17,8) [-1,2]	19 (16,2) [1,2]		
<b>A rua é muito larga e não dá tempo de atravessar</b>				
Não	51 (47,7) [2,0]	40 (43,3) [-2,0]	4,097	0,043*
Sim	3 (6,3) [-2,0]	9 (5,7) [2,0]		
<b>A existência de canteiro central impede/dificulta a travessia</b>				
Não	47 (46,1) [0,5]	41 (41,9) [-0,5]	0,234	0,629
Sim	7 (7,6) [-0,5]	8 (7,1) [0,5]		

Nota: Evidência de associação para nível de significância de 0,05\* e evidência de associação para nível de significância de 0,10\*\*

Fonte: Autora.

A partir dos dados coletados observa-se que algumas das dificuldades abordadas no questionário são associadas concomitantemente à *Velocidade* e ao *Volume do Tráfego*. Nota-se que, para um nível de significância 0,05, não é possível descartar uma associação entre o tráfego de veículos motorizados e *trechos que exigem esforço físico excessivo e largura das vias*. Além disso, a variável *poluição sonora e do ar* também aparece como uma dificuldade associada tanto à velocidade quanto ao volume de tráfego, desta vez para nível de significância de 0,05 e 0,10, respectivamente.

Por meio dessa técnica foi possível avaliar quais dificuldades presentes no deslocamento a pé possuem indícios de associação com o efeito barreira, caracterizado neste caso pela velocidade e/ou volume do tráfego. Identificaram-se também traços de que o tráfego de veículos motorizados na região de estudo interfere nos deslocamentos a pé e nas percepções sobre as dificuldades dos indivíduos como pedestres, principalmente por meio da associação entre as técnicas aplicadas.

#### **4.6 Síntese dos resultados**

A primeira análise realizada neste estudo foi a busca por associações entre as variáveis (utilizando o teste *Qui-quadrado*). Entretanto, os resultados encontrados não apresentaram associações relevantes para o estudo, com exceção das variáveis que dizem respeito às dificuldades encontradas no deslocamento a pé apresentadas neste documento. Posteriormente, as técnicas de *Árvore de Decisão* e *Florestas Aleatórias* foram testadas e apresentaram resultados promissores.

A partir das ADs geradas com a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* para a Análise I, cujo percentual de observações corretamente identificadas em ambas as classes (acurácia) é 84,34% e 78,57%, respectivamente, foi possível observar que os entrevistados que residem entre 74 e 110 metros da Rua Miguel Petroni e pertencentes ao sexo feminino; também, aqueles residentes a uma distância entre 110 e 154 metros, independente das outras características socioeconômicas e aqueles que moram a uma distância inferior a 191 metros e possuem idade superior a 59 anos, consideram a velocidade e o volume dos veículos uma barreira para os seus deslocamentos a pé. As características individuais que prevaleceram como variáveis mais relevantes para predição dos modelos, tanto as AD como as FA, foram a distância que o entrevistado reside da via de estudo, tempo que reside no endereço no endereço e na região.

Na Análise II, em que as ADs geradas apresentaram acurácia de 86,75% (*Velocidade do Tráfego*) e 76,19% (*Volume do Tráfego*), pôde-se observar que a quantidade de vizinhos que o

entrevistado conhece do mesmo e do outro lado da rua e a frequência com que tem contato com os mesmos, são características que influenciaram a percepção do pedestre sobre a Velocidade e o Volume do Tráfego como uma barreira para a movimentação de pedestres na região. Nessas análises, as variáveis apresentadas com valores maiores de importância para AD e FA, foram relacionadas à quantidade de vizinhos conhecidos residentes do mesmo ou do outro lado da via.

As árvores de decisões geradas para a Análise III apresentaram acurácia de 86,75% e 72,62%, para *Velocidade* e *Volume do Tráfego*, respectivamente. Foi observado que grande parte dos entrevistados que não evitam circular pela via mais movimentada e que consideram a Rua Miguel Petroni ou outra a mais movimentada da região, entretanto não residem nesta, pertencem à classe que não aponta a velocidade como barreira para os deslocamentos a pé na região. Por outro lado, aqueles que consideram a Rua Miguel Petroni ou outra a mais movimentada da região, não residem nesta e discordam que se sentem mais seguros em vias com maior movimento de veículos; e aqueles que consideram a Rua Miguel Petroni ou outra a mais movimentada da região, porém residem nesta, consideram o volume do tráfego um empecilho para os pedestres. Para esta análise, as técnicas de AD e FA mostraram como variáveis de maior importância se o pedestre evita circular ou atravessar pela rua mais movimentada e qual a rua considerada mais movimentada na região.

Por fim, a Análise IV, realizada com as variáveis mais relevantes resultantes das Análises I, II e III, permitiu observar que a distância que o entrevistado reside da via de estudo foi a mais significativa para predição dos modelos de AD e FA. Aqueles que moram mais próximo à Rua Miguel Petroni consideram a *Velocidade* e *Volume do Tráfego* uma barreira para os deslocamentos a pé na região. Outras variáveis aparecem também como significativas, como a quanto tempo o entrevistado reside na região e no endereço e a faixa etária a qual pertence.

Em seguida, foram analisadas as evidências de associação entre as dificuldades existentes no deslocamento a pé que possuem evidência de associação e o efeito barreira. Algumas das dificuldades abordadas no questionário são associadas concomitantemente à *Velocidade* e ao *Volume do Tráfego*, como: *trechos que exigem esforço físico excessivo, largura das vias* dificultando a travessia no tempo disponível e *poluição sonora e do ar*.

#### **4.7 Fatores de influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira**

Por meio dos resultados obtidos com a análise dos dados (análise descritiva, árvore de decisão, floresta aleatória e teste *Qui-quadrado* de independência) foi possível identificar as variáveis de maior influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira existente na

região e padrões entre os usuários que consideram a *Velocidade* e o *Volume* do tráfego um empecilho para os seus deslocamentos a pé.

Observou-se que para o grupo (i) de variáveis, correspondentes às variáveis de características individuais dos entrevistados, as questões que se destacaram na percepção dos indivíduos sobre o efeito barreira foram a distância do endereço do entrevistado da Rua Miguel Petroni (*Q5\_Distancia*), o tempo que reside na região (*Q7\_TempoReg*) e o tempo que reside no endereço (*Q6\_TempoResid*). Além disso, notou-se também que os entrevistados que residem mais próximo da Rua Miguel Petroni pertencem ao percentual de classificação que consideram a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* um empecilho para os seus deslocamentos a pé.

No grupo (ii) de variáveis, correspondentes às variáveis sobre as interações sociais dos entrevistados, as questões que se destacaram na percepção dos indivíduos sobre o efeito barreira foram a quantidade de vizinhos que os entrevistados conhecem do mesmo e do outro lado da rua (*Q11\_Ap\_SeuLado* e *Q12\_Ap\_OutroLado*, respectivamente). Além disso, notou-se também que os entrevistados que não têm contato com os vizinhos tendem a ser classificados no grupo daqueles que não consideram a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* um empecilho para os seus deslocamentos a pé. Por outro lado, aqueles que têm contato mais frequente consideram o contrário.

Para o grupo (iii) de variáveis, que trata das variáveis características da viagem e mobilidade dos entrevistados, a questão que se destacou na percepção do indivíduo sobre o efeito barreira, para ambos os modelos aplicados, foi qual a rua mais movimentada perto de onde o entrevistado reside (*Q31\_Rua\_Mov*). Além disso, observou-se também que os entrevistados que consideraram a via de estudo a mais movimentada da região, porém não residem nesta, tendem a ser classificados no percentual daqueles que não consideram a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* um empecilho para os seus deslocamentos a pé. Entretanto, aqueles que residem na via de estudo (ou seja, na Rua Miguel Petroni) consideram a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* uma barreira.

Por fim, o grupo (iv) de variáveis, que englobou as variáveis consideradas relevantes nos modelos gerados para os grupos (i), (ii) e (iii), destacou a distância da residência dos entrevistados à Rua Miguel Petroni como a variável mais importante na percepção dos indivíduos sobre o efeito barreira e para predição de ambos os modelos aplicados. Aqueles que residem mais próximo à via de estudo tendem a ser classificados no percentual daqueles que consideram a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* um empecilho para os seus deslocamentos a

pé. No caso da percepção sobre o *Volume do Tráfego*, uma variável que se destacou também foi a idade do entrevistado.

Em conjunto com a análise de classificação da percepção dos entrevistados e importância das variáveis estudadas, foi aplicado o teste *Qui*-quadrado de independência entre a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* e as possíveis dificuldades existentes no deslocamento a pé. O teste em questão não permite descartar uma associação entre o efeito barreira e *trechos que exigem esforço físico excessivo* para o pedestre, *largura das vias* (dificultando a travessia no tempo disponível) e *poluição sonora e do ar*.



## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste capítulo são apresentadas as conclusões obtidas a partir do estudo realizado. Primeiramente, a estratégia de avaliação do efeito barreira como consequência de infraestruturas de transporte e/ou do tráfego motorizado é discutida. O segundo item trata dos principais resultados obtidos nos estudos de caso. Por fim, são indicadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

### 5.1 Estratégia de avaliação do Efeito Barreira

Pesquisas anteriores relataram que o efeito barreira, decorrente de uma infraestrutura de transporte e/ou do tráfego motorizado de veículos, prejudica não somente os residentes de determinada via como também os moradores e frequentadores de uma área de influência ao redor. Alguns impactos registrados na literatura, advindos do efeito barreira, dizem respeito à considerável mudança na percepção, comportamento, viagens, mobilidade e bem-estar das pessoas que costumam caminhar pela região estudada.

Pesquisadores realizaram diversos estudos em busca de entender as características e impactos do efeito barreira para a sociedade, alguns utilizando questionários, outros por meio de pesquisas de preferência declarada, dados agregados da população e das viagens da região, análise do desenho urbano, entre outros métodos. O presente estudo buscou, a partir da aplicação de um questionário abrangente, coletar informações suficientes para identificar e auxiliar o mapeamento da percepção dos pedestres sobre o efeito barreira. Como resultado de sua primeira aplicação, o questionário testado se mostrou eficiente para uma coleta de dados da percepção dos pedestres sobre o efeito barreira. Em contrapartida, reconhece-se que algumas alterações podem ser realizadas para pesquisas futuras.

A pesquisa teve por objetivo principal identificar se existem indícios de que uma via importante de uma cidade média brasileira, selecionada por apresentar elevado tráfego de veículos motorizados, atue como barreira para os deslocamentos dos pedestres pela região. Esta constitui a primeira questão de pesquisa (QP1) formulada no presente estudo, que avaliou ainda os fatores de maior influência na percepção dos pedestres sobre o efeito barreira caracterizado pela *Velocidade* e pelo *Volume do Tráfego* (QP2); buscou padrões entre a percepção dos pedestres sobre o efeito barreira e as suas características (QP3); e analisou a associação entre as dificuldades existentes no deslocamento a pé e o efeito barreira, por meio do teste *Qui-quadrado* de independência (QP4).

Foram entrevistados voluntários moradores, trabalhadores e/ou frequentadores em uma área de até 800 metros a partir da via de estudo. O conjunto de 103 dados coletados foi analisado por meio de técnicas de estatística descritiva, modelos de classificação e teste de independência. Foi investigado o potencial dos modelos de classificação de AD e FA para predição da percepção dos usuários sobre o efeito barreira caracterizado, neste estudo, por duas variáveis dependentes: a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* motorizado. Além disso, foi estudada também a associação entre o efeito barreira e as possíveis dificuldades existentes no deslocamento a pé.

A aplicação de ADs, com o algoritmo CART, buscou classificar as observações quanto à percepção do pedestre sobre o efeito barreira, além de obter as variáveis mais relevantes. Por outro lado, Florestas aleatórias, compostas por uma grande quantidade de ADs isoladas e geradas aleatoriamente, permitiram identificar, de forma recorrente, as variáveis mais relevantes e que podem ter influenciado a opinião dos pedestres sobre o efeito barreira caracterizado pela *Velocidade* e pelo *Volume do Tráfego*. A aplicação do teste *Qui-quadrado* de independência buscou estudar a associação entre as dificuldades enfrentadas pelos pedestres em seus deslocamentos e o efeito barreira. Os resultados da classificação e parâmetros de desempenho das ADs e FAs geradas, assim como as evidências de associações encontradas por meio do teste *Qui-quadrado*, foram demonstrados.

## 5.2 Principais resultados obtidos

Em resposta à QP1, foi observado, a partir de questões existentes no questionário, que a maior parte dos entrevistados “raramente” ou “nunca” consideram o tráfego como uma barreira para os seus deslocamentos a pé (63,1% e 52,4%, para a *Velocidade* e para o *Volume do Tráfego*, respectivamente). O restante dos entrevistados considera “às vezes”, “geralmente” ou “sempre” o tráfego motorizado como um empecilho para os pedestres. Ou seja, foi possível diagnosticar que para 36,9% e 47,6% dos entrevistados, a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego*, respectivamente, representam, na via de estudo e em outras vias da região, uma barreira para os deslocamentos realizados a pé. Também em resposta à QP1, a partir da análise dos demais dados coletados, foi possível identificar que as dificuldades encontradas pelos pedestres ao caminhar pela via de estudo e região são uma realidade, caracterizando o efeito barreira.

Para responder à QP2 e à QP3, foram realizadas análises em que a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* figuraram, individualmente, como variáveis dependentes, e as questões pertencentes às i) Características individuais, ii) Interações sociais e iii) Viagens e mobilidade como

variáveis independentes. Nessas análises foram identificadas as variáveis de maior importância para a percepção do pedestre sobre o efeito barreira da região (QP2), sendo essas: distância da residência à via de estudo, tempo que reside no endereço e na região, quantidade de vizinhos que conhece do mesmo e do outro lado da rua e a rua considerada a mais movimentada da região. Foram identificados também padrões entre a percepção dos pedestres sobre o efeito barreira (QP3), como: pessoas que residem a menos do que 191 metros da via de estudo, combinado às outras características, e pessoas que apontaram a via de estudo como a mais movimentada e moram na mesma, consideram-na, em algum nível, uma barreira para os deslocamentos dos pedestres. Uma quarta análise foi realizada a partir das variáveis mais relevantes citadas, que entraram como variáveis independentes nos modelos. Concluiu-se que a distância que o pedestre reside da rua mais movimentada é a variável de maior influência em sua percepção sobre o efeito barreira na região. Ou seja, os entrevistados que residem próximo à via de estudo apontam a *Velocidade* e o *Volume do Tráfego* motorizado como uma barreira para os seus deslocamentos a pé.

Os entrevistados apontaram as dificuldades mais comuns que costumam encontrar nos deslocamentos a pé pela região em análise. Em resposta à QP4, a partir da análise de evidências de associação entre as dificuldades existentes no deslocamento a pé e o efeito barreira, foi identificado que *trechos que exigem esforço físico excessivo, largura das vias dificultando a travessia no tempo disponível e poluição sonora e do ar* são as dificuldades que apresentaram associação, concomitantemente, à *Velocidade* e ao *Volume do Tráfego*.

Alguns dos resultados encontrados coincidem com os de outros estudos revisados, como, por exemplo, de que a distância da residência do entrevistado da via de análise influencia na sua percepção sobre o efeito barreira (POWERS *et al.*, 2019; LARA, 2019; MINDELL *et al.*, 2017; ANCIAES, 2015). As melhorias observadas neste estudo dizem respeito ao mapeamento das variáveis que influenciam a percepção dos usuários ao opinarem sobre o efeito barreira presente nos seus deslocamentos a pé. Este estudo indica, portanto, que utilizar as técnicas de AD e FA pode auxiliar na identificação dos fatores que intensificam a barreira existente entre o tráfego motorizado e os deslocamentos a pé, sob o ponto de vista do pedestre. Além disso, a aplicação do teste *Qui-quadrado* de independência permite identificar que dificuldades enfrentadas pelos pedestres em seus deslocamentos a pé possuem evidência de associação com sua percepção sobre o efeito barreira. Por fim, conclui-se que o questionário e as técnicas de análise utilizadas foram efetivas para a caracterização e predição dos fatores que

influenciam o efeito barreira provocado pelo tráfego motorizado aos deslocamentos a pé, sob o ponto de vista do pedestre.

### **5.3 Implicações para o planejamento de transportes**

A percepção dos pedestres sobre o efeito barreira foi avaliada neste estudo com base em variáveis socioeconômicas, de características das interações sociais e de características das viagens realizadas, principalmente a pé. A largura da via, a quantidade de veículos pesados trafegando e a velocidade dos veículos motorizados também são fatores que podem ser analisados complementarmente.

Espera-se que este estudo possa servir de embasamento para decisões e políticas públicas na área de transportes, em busca de mostrar os impactos consequentes do tráfego motorizado e de infraestruturas de transporte nos deslocamentos por modos não motorizados e promover ações que priorizem e estimulem os deslocamentos a pé e por bicicleta.

Algumas ações mitigadoras que podem ser realizadas nas vias nas quais se observa o efeito barreira são: diminuição da velocidade do tráfego motorizado, implantação de travessias elevadas e semáforos para pedestres, redução das faixas de circulação de veículos, implantação de ciclovias e/ou ciclofaixas, desvio do tráfego de veículos pesados para vias mais distantes do centro urbano, entre outras.

### **5.4 Limitações e sugestões para trabalhos futuros**

A metodologia apresentada nesse estudo contribui para futuras pesquisas de identificação e caracterização do efeito barreira e para a literatura existente sobre o tema. Os resultados obtidos foram relevantes, entretanto, deve-se reconhecer que apresentaram algumas limitações.

Por se tratar de uma metodologia que tem como base dados empíricos, obtidos por meio de questionários aplicados em campo, a quantidade de dados é de fundamental importância para a estratégia proposta. Dessa forma, algumas limitações presentes nesse trabalho dizem respeito ao tamanho da amostra, cuja coleta de dados foi interrompida devido à pandemia do Covid-19. Acredita-se que resultados mais robustos podem ser encontrados em amostras mais representativas da região de estudo. Existe ainda uma limitação referente à representatividade da amostra, relativa a características específicas da região (quanto à escolaridade, à coleta de dados realizada de maneira não aleatória e à quantidade desproporcional de pessoas do sexo

feminino e masculino entrevistadas). Todas essas questões decorrem da interrupção não planejada da coleta de dados.

Sugere-se, então, para trabalhos futuros, a continuidade da coleta e análise de dados da região em questão, de maneira aleatória, e um estudo eventualmente considerando a Rua Miguel João. Além disso, almeja-se que a metodologia proposta seja aplicada em outros municípios brasileiros de médio porte, visando encontrar padrões entre os efeitos barreiras existentes nestas cidades. Também, não foram consideradas, nesta avaliação, algumas informações coletadas pelo questionário, como as Questões 23 e 24, que abordam a existência de uma série de locais pré-determinados próximo a residência e a forma de deslocamento dos entrevistados até estes lugares, sendo possível ampliar as análises realizadas.

Além disso, com respeito à formatação do questionário, sugere-se: 1) inserir um questionamento sobre a distância que o entrevistado considera caminhável; 2) reconfigurar as faixas etárias, a fim de discriminar melhor os entrevistados com idade superior a 60 anos; 3) considerar também aqueles que afirmam não realizar deslocamento a pé pela região, que a princípio foram desconsiderados, a fim de identificar o motivo porque isso ocorre; 4) modificar a abordagem envolvendo o canteiro central, pois o mesmo pode auxiliar no atravessamento das vias.

## REFERÊNCIAS

AGRESTI, A. Contingency Tables. **An Introduction to Categorical Data Analysis**. In: Wiley-Interscience. 2. ed. [s.l: s.n.] p. 21–64, 2007.

ANCIAES, P. R. What do we mean by “community severance”? **Street mobility and network accessibility series**, v. 04, p. 1–18, 2015. Disponível em: <<https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1527807/>>.

ANCIAES, P. R.; JONES, P. A comprehensive approach for the appraisal of the barrier effect of roads on pedestrians. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 134, n. January, p. 227–250, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.02.003>>.

ANCIAES, P. R.; BONIFACE, S.; DHANANI, A.; MINDELL, J. S.; GROCE, N. Urban transport and community severance: Linking research and policy to link people and places. **Journal of Transport and Health**, v. 3, n. 3, p. 268–277, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jth.2016.07.006>>.

ANCIAES, P. R.; STOCKTON, J.; ORTEGON, A.; SCHOLE, S. Perceptions of road traffic conditions along with their reported impacts on walking are associated with wellbeing. **Travel Behaviour and Society**, v. 15, n. January, p. 88–101, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tbs.2019.01.006>>.

ANCIAES, P. R.; JONES, P.; METCALFE, P. J. A stated preference model to value reductions in community severance caused by roads. **Transport Policy**, v. 64, n. February 2017, p. 10–19, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.01.007>>.

APPLEYARD, D.; LINTELL, M. The environmental quality of city streets: the residents’ viewpoint. **Journal of the American Planning Association**, v. 38, n. 2, p. 84–101, 1972.

BREIMAN, L. Random forests. **Machine Learning**, v. 45, p. 5–32, 2001.

CANTILLO, V.; ARELLANA, J.; ROLONG, M. Modelling pedestrian crossing behaviour in urban roads: A latent variable approach. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 32, p. 56–67, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2015.04.008>>.

DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Manual de projeto geométrico de travessias urbanas. **Instituto de Pesquisas Rodoviárias**, p. 1–392, 2010. Disponível em: <<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/ipr/coletanea-de-manuais/vigentes>>. Acesso em: 8 jul. 2021.

FUNDAÇÃO SEADE – FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Perfil dos Municípios Paulistas**, 2020. Disponível em: <<https://perfil.seade.gov.br/>>. Acesso em: 8 jul. 2021.

G1 SÃO CARLOS E ARARAQUARA. **Faixas de pedestres apagadas podem causar acidentes em São Carlos, SP**, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2015/10/faixas-de-pedestres-apagadas-podem-causar-acidentes-em-sao-carlos-sp.html>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

GUO, X.; BLACK, J.; DUNNE, M. Crossing pedestrians and dynamic severance on urban main roads. **Road and Transport Research**, v. 10, n. 3, p. 84–98, 2001.

HART, J.; PARKHURST, G. Driven to excess: impacts of motor vehicles on the quality of life of residents of three streets in Bristol UK. **World Transport Policy & Practice**, v. 17, n. 2, 2011.

HINE, J.; RUSSELL, J. Traffic barriers and pedestrian crossing behaviour. **Journal of Transport Geography**, v. 1, n. 4, p. 230–239, 1993.

IBM CORPORATION. **IBM SPSS decision trees 24**, 2016. Disponível em: <[ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/24.0/pt-BR/client/Manuals/IBM\\_SPSS\\_Decision\\_Trees.pdf](ftp://public.dhe.ibm.com/software/analytics/spss/documentation/statistics/24.0/pt-BR/client/Manuals/IBM_SPSS_Decision_Trees.pdf)>. Acesso em: 5 abr. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Dados Cidades**, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

LARA, D. V. R. **Community severance and vertical equity assessment with spatially aggregated data**. 2019. Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Dissertação de Mestrado, São Carlos, 2019.

LARA, D. V. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Questões de equidade associadas a barreiras de transportes em uma cidade média. **32º Congresso de Pesquisa e Ensino e Transporte da ANPET**, p. 459–470, 2018.

LARA, D. V. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Equity issues associated with transport barriers in a Brazilian medium-sized city. **Journal of Transport and Health**, v. 14, n. January, p. 100582, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jth.2019.100582>>.

LARA, D. V. R.; RODRIGUES DA SILVA, A. N. Equity issues and the PeCUS index: an indirect analysis of community severance. **Geo-Spatial Information Science**, v. 23, n. 4, p. 293–304, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10095020.2020.1843373>>.

MACIOROWSKI, M. M.; SOUZA, J. C. Urban roads and non-motorized transport: the barrier effect and challenges in the search for sustainable urban mobility. **Transportation Research Procedia**, v. 33, p. 123–130, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.084>>.

MACKETT, R.; TITHERIDGE, H.; ACHUTHAN, K. **Improving access in St Albans – Report on a consultation exercise**. Centre for Transport Studies at University College London (UCL), p. 1-23, 2010.

MINDELL, J. S.; ANCIAES, P. R.; DHANANI, A.; STOCKTON, J.; JONES, P.; HAKLAY, M.; GROCE, N.; SCHOLE, S.; VAUGHAN, L. Using triangulation to assess a suite of tools to measure community severance. **Journal of Transport Geography**, v. 60, p. 119–129, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.02.013>>.

MINDELL, J. S.; ANCIAES, P. R. Transport and community severance. In: **Advances in Transportation and Health**. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 175–196.

MOUETTE, D.; AIDAR, T.; WAISMAN, J. Avaliação dos impactos do tráfego na mobilidade da população infantil através da análise de correspondência múltipla. **Revista Transportes**, v. 8, p. 56–87, 2000.

MOUETTE, D.; WAISMAN, J. Proposta de uma metodologia de avaliação do efeito barreira. **Revista dos Transportes Públicos - ANTP**, v. 26, n. 2º Trimestre, p. 33–54, 2004.

NIMEGEER, A.; THOMSON, H.; FOLEY, L.; HILTON, S.; CRAWFORD, F.; OGILVIE, D. Experiences of connectivity and severance in the wake of a new motorway: Implications for health and well-being. **Social Science and Medicine**, v. 197 (2018), p. 78–86, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2017.11.049>>.

POWERS, E. F. J.; PANTER, J.; OGILVIE, D.; FOLEY, L. Local walking and cycling by residents living near urban motorways: Cross-sectional analysis. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, p. 1–11, 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **Dados da Cidade (Geográfico e Demográfico)**. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/conheca-sao-carlos/115442-dados-da-cidade-geografico-e-demografico.html>>. Acesso em: 5 abr. 2020.

ROTHMAN, L.; FRIDMAN, L.; CLOUTIER, M.; MANAUGH, K.; HOWARD, A. Impact of road traffic and speed on children: Injuries, social inequities, and active transport. In: **Transport and Children's Wellbeing**. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 103–117.

SÃO CARLOS EM REDE. **Miguel Petroni: um dos gargalos do trânsito para motoristas e perigo para pedestres em São Carlos**. Disponível em: <<https://saocarlosemrede.com.br/miguel-petroni-um-dos-gargalos-do-transito-para-motoristas-e-perigo-para-pedestres-em-sao-carlos/>>. Acesso em: 8 jun. 2020.

SCHOLES, S.; BONIFACE, S.; STOCKTON, J.; MINDELL, J. Developing a questionnaire to assess community severance, walkability, and wellbeing: results from the Street Mobility Project in London. **Street mobility and network series**, p. 25, 2016. Disponível em: <<http://discovery.ucl.ac.uk/1474883/>>.

SECRETARIA DA SEGURANÇA PÚBLICA - SSP. **Indicadores da criminalidade do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.ssp.sp.gov.br/Estatistica/Pesquisa.aspx>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

SEKHAR, C. R.; MINAL; MADHU, E. Mode choice analysis using random forrest decision trees. **Transportation Research Procedia**, v. 17, n. December 2014, p. 644–652, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.119>>.

SHAIKHINA, T.; LOWE, D.; DAGA, S.; BRIGGS, D.; HIGGINS, R.; KHOVANOVA, N. Decision tree and random forest models for outcome prediction in antibody incompatible kidney transplantation. **Biomedical Signal Processing and Control**, v. 52, p. 456–462, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bspc.2017.01.012>>.

SILVA JÚNIOR, S. B.; FERREIRA, M. A. G. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 221–237, 2008.



SOGUEL, N. C. Costing the traffic barrier effect: A contingent valuation survey. **Environmental & Resource Economics**, v. 6, p. 301-308, 1995.

THOREAU, R.; MACKETT, R. L. Transport, social exclusion and health. **Journal of Transport and Health**, v. 2, n. 4, p. 610–617, 2015.

UCL STREET MOBILITY & NETWORK ACCESSIBILITY. **Street Mobility Project: Health and neighbourhood mobility survey**. Disponível em: <[https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1540781/1/Street Mobility Toolkit\\_Health and Neighbourhood Mobility Survey.pdf](https://discovery.ucl.ac.uk/id/eprint/1540781/1/Street%20Mobility%20Toolkit_Health%20and%20Neighbourhood%20Mobility%20Survey.pdf)>.

VAN ELDIJK, J. The wrong side of the tracks: quantifying barrier effects of transport infrastructure on local accessibility. **Transportation Research Procedia**, v. 42, p. 44–52, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.12.005>>.

VAN ELDIJK, J.; GIL, J. The social dimension of barrier effects of transport infrastructure. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 588, n. 2, 2020.

VAN ELDIJK, J.; GIL, J.; KUSKA, N.; SISINTY PATRO, R. Missing links – Quantifying barrier effects of transport infrastructure on local accessibility. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 85, p. 15, 2020. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1361920920305976>>.

VAN SCHALKWYK, M. C. I.; MINDELL, J. S. Current issues in the impacts of transport on health. **British Medical Bulletin**, v. 125, n. 1, p. 67–77, 2018.

VASCONCELLOS, E. A. de. Mobilidade cotidiana, segregação urbana e exclusão. In: **Cidade e movimento: mobilidades e interações no desenvolvimento urbano**. 1. ed. Brasília: IPEA, 2016. 1p. 57–79.

VAUGHAN, L.; ANCIAES, P. R.; MINDELL, J. S. Cars, conflict and community severance. **Livable Streets 2.0**, p. 121–128, 2021.

## APÊNDICE A

**Tabela A.1 - Configuração do questionário**

QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
1.Gênero	<i>Q1_Genero</i>	Masculino	0
		Feminino	1
2.Idade	<i>Q2_Idade</i>	18 a 23 anos	0
		De 24 a 29 anos	1
		De 30 a 35 anos	2
		De 36 a 41 anos	3
		De 42 a 47 anos	4
		De 48 a 53 anos	5
		De 54 a 59 anos	6
		De 60 a 70 anos	7
		Mais de 71 anos	8
3.Formação	<i>Q3_Escolaridade</i>	Ensino básico incompleto	0
		Ensino básico completo	1
		Ensino fundamental incompleto	2
		Ensino fundamental completo	3
		Ensino médio incompleto	4
		Ensino médio completo	5
		Técnico incompleto	6
		Técnico completo	7
		Ensino superior incompleto	8
		Ensino superior completo	9
		Pós-graduação incompleta	10
Pós-graduação completa	11		
4.Situação do imóvel	<i>Q4_Imovel</i>	Próprio	0
		Alugado	1
		Cedido	
		Outro	
5.Endereço	<i>Q5_Distancia</i>	-	Valor (metros)
6.Há quanto tempo você mora no seu atual endereço?	<i>Q6_TempoResid</i>	-	Valor (meses)
7.Há quanto tempo você mora nesta região da cidade?	<i>Q7_TempoReg</i>	-	Valor (meses)
8.Quantidade de veículos	<i>Q8_Carros</i>	Nenhum	0
		1 carro	1
		2 carros	2
		3 carros	3
		Mais de 3 carros	4
	<i>Q8_Motos</i>	Nenhum	0
		1 moto	1
		2 motos	2
		3 motos	3
Mais de 3 motos	4		
9.Renda	<i>Q9_Renda</i>	Menos de 1 salário-mínimo	0
		De 1 a 3 salários-mínimos	1
		De 3 a 5 salários-mínimos	2
		De 5 a 7 salários-mínimos	3
		De 7 a 9 salários-mínimos	4
		De 9 a 10 salários-mínimos	5
		Mais de 10 salários-mínimos	6

**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
10.Estado de saúde	<i>Q10_Saude</i>	Excelente	0
		Bom	1
		Razoável	2
		Ruim	3
		Péssimo	4
11.Quantos são os apartamentos ou casas, no MESMO lado da rua onde você mora, que moram vizinhos que você CONHECE?	<i>Q11_Ap_SeuLado</i>	-	Valor (quantidade)
12.E do OUTRO lado?	<i>Q12_Ap_OutroLado</i>	-	Valor (quantidade)
13.Com que frequência você visita seus vizinhos?	<i>Q13_Vizinhos_Visita</i>	Todos os dias	0
		Mais de 3 vezes por semana	
		Semanalmente	1
		Pelo menos uma vez por mês	
		Pelo menos uma vez por ano	
Nunca			
14.Com que frequência você tem contato com seus vizinhos?	<i>Q14_Vizinhos_Contato</i>	Todos os dias	0
		Mais de 3 vezes por semana	
		Semanalmente	1
		Pelo menos uma vez por mês	
		Pelo menos uma vez por ano	
Nunca			
<b>15.Qual sua opinião sobre as redondezas de onde você mora, ou seja, região afastada até 10 minutos a pé de onde você mora? Marque a opção que corresponde ao seu nível de concordância:</b>			
- Eu me sinto perfeitamente integrado/a nesta região	<i>Q15_Integra</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
-Vandalismo e pichações são um grande problema nesta região	<i>Q15_Vandalismo</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
- Eu me sinto solitário nesta região	<i>Q15_Solitario</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
- A maioria das pessoas desta região é confiável	<i>Q15_Confiavel</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
- As pessoas têm medo de caminhar sozinhas à noite nesta região	<i>Q15_Medo</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
- A maioria das pessoas desta região é amigável	<i>Q15_Amigavel</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	

**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
- As pessoas desta região vão tirar proveito de você	<i>Q15_Tirar_Proveito</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
- Esta região é muito limpa	<i>Q15_Limpa</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
- Se você estivesse com algum problema as pessoas desta região iriam lhe ajudar	<i>Q15_Ajuda</i>	Discordo totalmente	0
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	1
		Concordo parcialmente	2
		Concordo totalmente	
16.Você tem alguma dificuldade permanente de caminhar ou subir degraus (sem o auxílio de outra pessoa)?	<i>Q16_DificilCaminhar</i>	Sim, não consigo de modo algum	0
		Sim, tenho grande dificuldade	
		Sim, tenho alguma dificuldade	
		Não, nenhuma dificuldade	1
17.Você tem alguma deficiência motora permanente que dificulte: sair a pé, usar ônibus, usar veículos?	<i>Q17_Defic_DifDesloc</i>	Sair a pé	0
		Usar ônibus urbanos	
		Entrar ou sair de um carro	
		Não	1
18.Você tem alguma deficiência permanente que limite as suas atividades de alguma outra forma (subir escadas, equilíbrio)?	<i>Q18_Defic_LimAtiv</i>	Sim, caio com frequência	0
		Sim, tenho dificuldade para subir escadas	
		Sim, tenho problemas de equilíbrio	
		Sim, não consigo caminhar por muito tempo	
		Sim, tenho limitações para enxergar	
		Não	1
19.Em média, quantas viagens a pé você costuma realizar por dia?	<i>Q19_Nviagens</i>	De 1 a 2 viagens a pé	0
		De 3 a 4 viagens a pé	
		De 5 a 6 viagens a pé	1
		De 7 a 8 viagens a pé	
		De 9 a 10 viagens a pé	
20.Em média, quanto tempo duram estas viagens?	<i>Q20_Tviagens</i>	De 5 a 10 minutos	0
		De 11 a 15 minutos	
		De 16 a 20 minutos	1
		De 21 a 25 minutos	
		De 26 a 30 minutos	
		Mais de 30 minutos	

**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
21. Indique o seu grau de concordância com as seguintes afirmações sobre preferência de travessia.  - Eu me sinto mais seguro em ruas com maior movimento de pessoas	<i>Q21_Seguro_Mov_Pess</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Eu me sinto mais seguro em ruas com maior movimento de veículos	<i>Q21_Seguro_Mov_Veic</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Eu evito circular por ruas com pouco movimento de pessoas ou veículos	<i>Q21_Evita_RuasPoucoMov</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Pela manhã e/ou a tarde, eu prefiro caminhar por ruas onde há estabelecimentos comerciais	<i>Q21_Pref_Comercial</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Pela manhã e/ou a tarde, eu prefiro caminhar por ruas onde há residências	<i>Q21_Pref_Residencial</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Eu não tenho problemas em caminhar por ruas com muito lixo e vegetação alta	<i>Q21_Pref_Salubridade</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Eu prefiro atravessar em locais onde há semáforo	<i>Q21_Pref_Semaforo</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Eu prefiro atravessar em locais onde há faixa de pedestre	<i>Q21_Pref_Faixa_Ped</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- Eu prefiro atravessar quando há oportunidade, independentemente de ser fora da faixa de pedestres ou semáforo	<i>Q21_PrefAtravOport</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- A presença de canteiro central me atrapalha no cruzamento das ruas	<i>Q21_Canteiro_Atrapalha</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	
- As faixas de pedestres da rua mais movimentada perto de onde moro são bem localizadas, sempre as uso	<i>Q21_Local_Faixa_Ped</i>	Discordo totalmente	1
		Discordo parcialmente	
		Não concordo e nem discordo	2
		Concordo parcialmente	3
		Concordo totalmente	

**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
<b>22. Levando em consideração a região afastada até 10 minutos a pé de onde você mora, você já vivenciou alguma destas dificuldades ao caminhar por ESTA REGIÃO?</b>			
- Rua congestionada ou perigosa devido ao tráfego	<i>Q22_Dif_Trafego</i>	Não	0
		Sim	1
- Ausência de travessias seguras (com faixas de pedestres)	<i>Q22_Dif_TravSegura</i>	Não	0
		Sim	1
- Semáforo com tempo insuficiente para realizar a travessia	<i>Q22_Dif_Semaforo</i>	Não	0
		Sim	1
- Caminhos ruins, com iluminação e/ou pavimentação deficientes	<i>Q22_Dif_Caminhos</i>	Não	0
		Sim	1
- Poluição sonora ou poluição do ar	<i>Q22_Dif_Poluicao</i>	Não	0
		Sim	1
- Medo de roubos, furtos ou violência	<i>Q22_Dif_MedoViol</i>	Não	0
		Sim	1
- Trechos que exigem esforço físico excessivo (relevo intenso)	<i>Q22_Dif_Esforco</i>	Não	0
		Sim	1
- Falta de cruzamentos acessíveis (com guias rebaixadas)	<i>Q22_Dif_CruzAcessivel</i>	Não	0
		Sim	1
- É difícil ver os carros ao atravessar, devido a presença de obstáculos e da curvatura da via	<i>Q22_Dif_Obstaculos</i>	Não	0
		Sim	1
- A rua é muito larga (muitas faixas) e não dá tempo de atravessar	<i>Q22_Dif_Largura</i>	Não	0
		Sim	1
- A existência de canteiro central impede/dificulta a travessia	<i>Q22_Dif_Canteiro</i>	Não	0
		Sim	1
<b>23. Como você vai até os seguintes lugares?</b>			
Lojas da própria vizinhança (padaria, banca de jornal, quitanda, açougue etc.)	<i>Q23_Lojas_Local</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Supermercados	<i>Q23_Supermercado</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Igrejas ou templos	<i>Q23_Igreja</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Parques	<i>Q23_Parque</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5

**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
Escola local ou creche	<i>Q23_Escola</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Centro comunitário ou centro esportivo	<i>Q23_Centro_Comunitario</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Médico familiar ou centro médico	<i>Q23_Medico_Familiar</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Farmácia	<i>Q23_Farmacia</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Bar ou restaurante	<i>Q23_Bar</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
O seu local de trabalho	<i>Q23_Trabalho</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
Ponto de ônibus	<i>Q23_Ponto_Onibus</i>	A pé	0
		Bicicleta	1
		Ônibus	2
		Carro	3
		Outro	4
		Eu não vou lá	5
<b>24. Quais dos seguintes lugares estão situados a até 10 minutos a pé de onde você mora? Independente se você vai até lá ou não.</b>			
Lojas da própria vizinhança (padaria, banca de jornal, quitanda, açougue etc.)	<i>Q24_Lojas_Local</i>	Não	0
		Sim	1
Supermercados	<i>Q24_Supermercado</i>	Não	0
		Sim	1
Igrejas ou templos	<i>Q24_Igreja</i>	Não	0
		Sim	1
Parques	<i>Q24_Parque</i>	Não	0
		Sim	1

**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
Escola local ou creche	<i>Q24_Escola</i>	Não	0
		Sim	1
Centro comunitário ou centro esportivo	<i>Q24_Centro_Comunitario</i>	Não	0
		Sim	1
Médico familiar ou centro médico	<i>Q24_Medico_Familiar</i>	Não	0
		Sim	1
Farmácia	<i>Q24_Farmacia</i>	Não	0
		Sim	1
Bar ou restaurante	<i>Q24_Bar</i>	Não	0
		Sim	1
O seu local de trabalho	<i>Q24_Trabalho</i>	Não	0
		Sim	1
Ponto de ônibus	<i>Q24_Ponto_Onibus</i>	Não	0
		Sim	1
<b>25. Levando em consideração sua capacidade de caminhar até alguns lugares de SUA REGIÃO...</b>			
A velocidade do tráfego impede que você atinja os seus destinos caminhando	<i>Q25_Velocidade</i>	Nunca	0
		Raramente	
		As vezes	
		Geralmente	
O volume de tráfego impede que você atinja os seus destinos caminhando	<i>Q25_Volume</i>	Sempre	1
		Nunca	
		Raramente	
		As vezes	
		Geralmente	0
		Sempre	
		Nunca	
		Raramente	
		As vezes	1
		Geralmente	
		Sempre	
		Nunca	
<b>26. Você já vivenciou alguma destas dificuldades ao caminhar especificamente na RUA ONDE VOCÊ MORA?</b>			
- Rua congestionada ou perigosa devido ao tráfego	<i>Q26_Dif_Trafego</i>	Não	0
		Sim	1
- Ausência de travessias seguras (com faixas de pedestres)	<i>Q26_Dif_TravSegura</i>	Não	0
		Sim	1
- Semáforo com tempo insuficiente para realizar a travessia	<i>Q26_Dif_Semaforo</i>	Não	0
		Sim	1
- Caminhos ruins, com iluminação e/ou pavimentação deficientes	<i>Q26_Dif_Caminhos</i>	Não	0
		Sim	1
- Poluição sonora ou poluição do ar	<i>Q26_Dif_Poluicao</i>	Não	0
		Sim	1
- Medo de roubos, furtos ou violência	<i>Q26_Dif_Medo</i>	Não	0
		Sim	1
- Trechos que exigem esforço físico excessivo (relevo intenso)	<i>Q26_Dif_Esforco</i>	Não	0
		Sim	1
- Falta de cruzamentos acessíveis (com guias rebaixadas)	<i>Q26_Dif_Acessivel</i>	Não	0
		Sim	1
- É difícil ver os carros ao atravessar, devido a presença de obstáculos e da curvatura da via	<i>Q26_Dif_Obstaculos</i>	Não	0
		Sim	1
- A rua é muito larga (muitas faixas) e não dá tempo de atravessar	<i>Q26_Dif_Largura</i>	Não	0
		Sim	1



**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

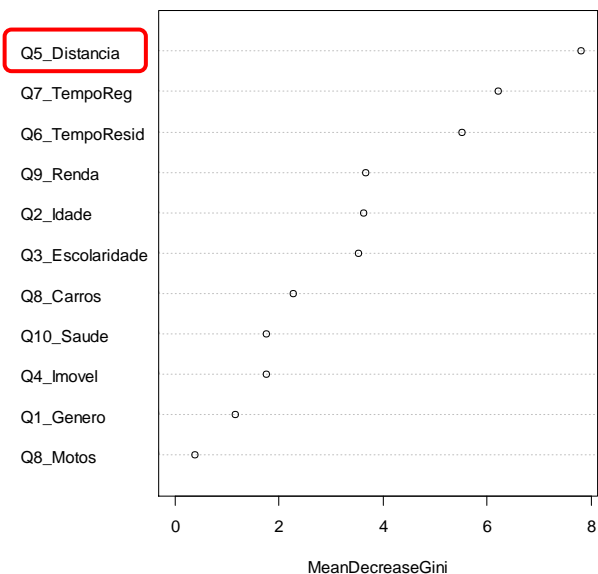
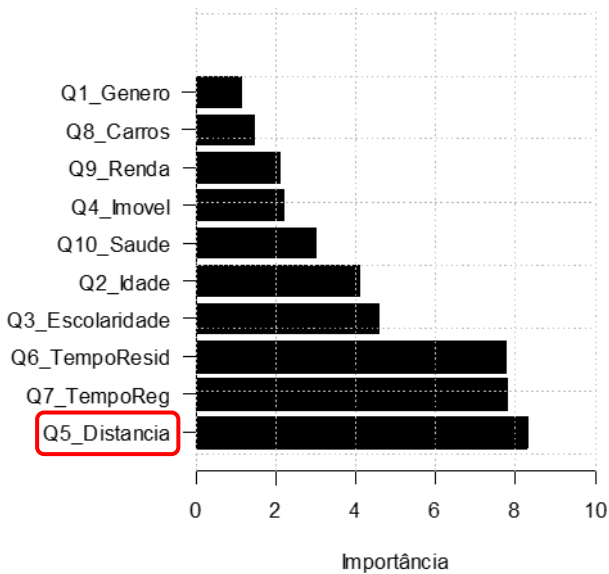
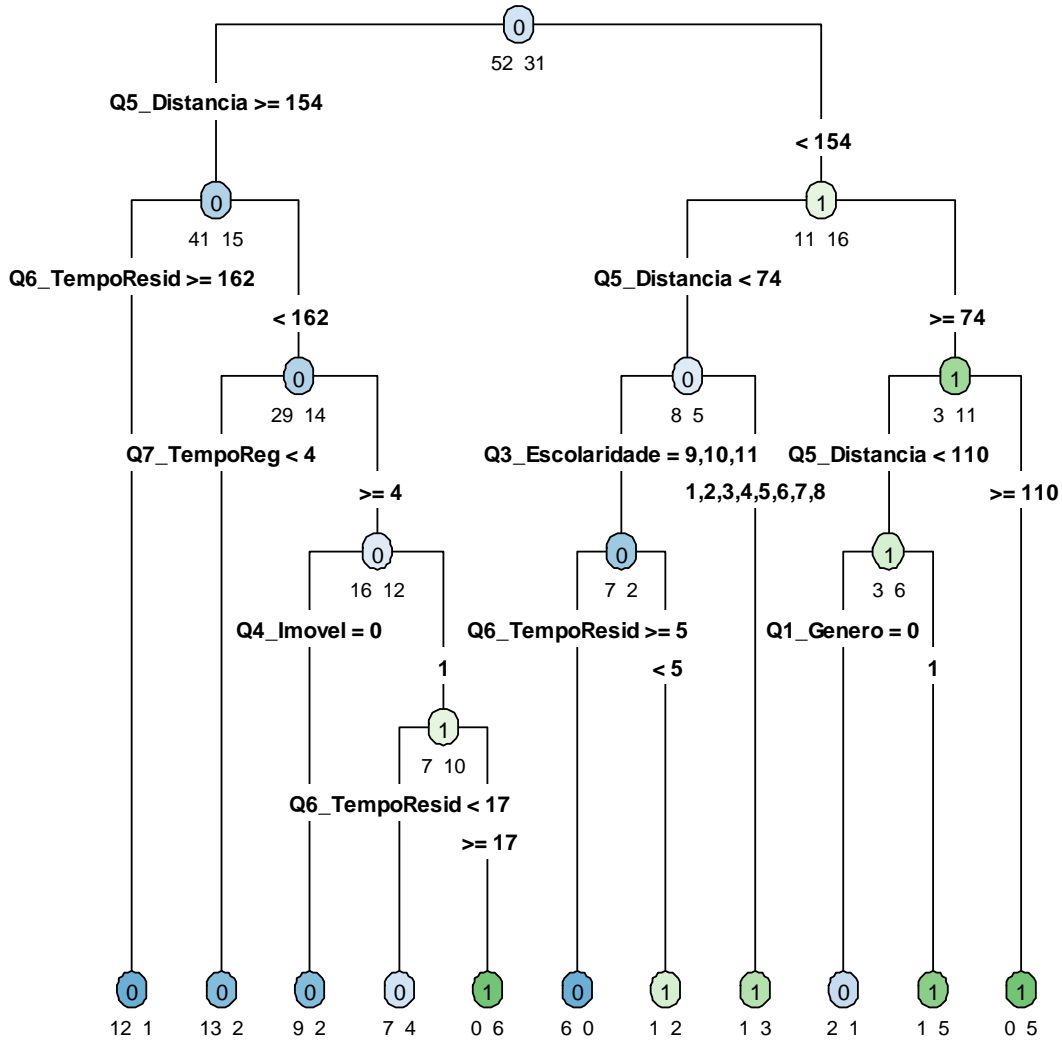
QUESTÃO	VARIÁVEL	ALTERNATIVAS	ANÁLISE
- A existência de canteiro central impede/dificulta a travessia	<i>Q26_Dif_Canteiro</i>	Não	0
		Sim	1
27.Se alguma das dificuldades citadas na questão anterior é um problema na RUA ONDE VOCÊ MORA, isso...	<i>Q27_Problema</i>	Não te incomoda nem um pouco	0
		Te incomoda um pouco	1
		Te incomoda	2
		Te incomoda bastante	3
28.Como você avaliaria o volume do tráfego na RUA ONDE VOCÊ MORA?	<i>Q28_Vol_RuaMora</i>	Muito baixo	0
		Baixo	
		Regular	1
		Alto	2
Muito alto			
29.Como você avaliaria a velocidade do tráfego na RUA ONDE VOCÊ MORA?	<i>Q29_Veloc_RuaMora</i>	Muito lento	0
		Lento	
		Regular	1
		Rápido	2
Muito rápido			
30. Quanto tempo você geralmente tem de esperar para atravessar a RUA ONDE VOCÊ MORA?	<i>Q30_Tempo_RuaMora</i>	Não há espera	0
		Alguns segundos	1
		Cerca de meio minuto	
		Um ou dois minutos	
Alguns minutos			
31. Qual é a rua mais movimentada perto de ONDE VOCÊ MORA (até cerca de 10 min de distância a pé)?	<i>Q31_Rua_Mov</i>	Aberta	0 - Miguel Petroni
			1 - Miguel João
			2 - Outra
32.A rua mais movimentada indicada na questão anterior é a RUA ONDE VOCÊ MORA?	<i>Q32_Rua_MovMora</i>	Não	0
		Sim	1
33.Você evita circular ou atravessar a RUA MAIS MOVIMENTADA?	<i>Q33_Rua_MovNaoAtrav</i>	Não	0
		Sim	1
34.Como você avaliaria o volume do tráfego na RUA MAIS MOVIMENTADA?	<i>Q34_Vol_RuaMov</i>	Muito baixo	0
		Baixo	
		Regular	1
		Alto	2
Muito alto			
35.Como você avaliaria a velocidade do tráfego na RUA MAIS MOVIMENTADA?	<i>Q35_Veloc_RuaMov</i>	Muito lento	0
		Lento	
		Regular	1
		Rápido	2
Muito rápido			
36.Quanto tempo você geralmente tem de esperar para atravessar a RUA MAIS MOVIMENTADA?	<i>Q36_Tempo_RuaMov</i>	Não há espera	0
		Alguns segundos	1
		Cerca de meio minuto	
		Um ou dois minutos	
Alguns minutos			
37.Considerando a RUA MIGUEL PETRONI, com que frequência você cruza esta rua como pedestre?	<i>Q37_Freq_RuaMiguelP</i>	Todos os dias	0
		Mais de 3 vezes por semana	
		Semanalmente	
		Pelo menos uma vez por mês	1
		Pelo menos uma vez por ano	
Nunca			

**Tabela A.1 - Configuração do questionário (Continuação)**

<b>QUESTÃO</b>	<b>VARIÁVEL</b>	<b>ALTERNATIVAS</b>	<b>ANÁLISE</b>
Se desejar, deixe comentários sobre os deslocamentos que você realiza a pé pelas redondezas de onde você mora (problemas, melhorias, situações que ocorreram com você etc.).			Questão aberta

## APÊNDICE B

**Figura B.1-** Árvore de Decisão da Análise I (*Velocidade do Tráfego e Características individuais*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



**Tabela B.1** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise I (*Velocidade do Tráfego e Características individuais*)

Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 1	13	15,7	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a mais que 162 meses (13,5 anos).	Velocidade não é uma barreira
Nó 2	15	18,1	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 162 meses (13,5 anos). - Mora na região a menos que 4 meses.	Velocidade não é uma barreira
Nó 3	11	13,3	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 162 meses (13,5 anos). - Mora na região a mais que 4 meses. - Reside em imóvel próprio.	Velocidade não é uma barreira
Nó 4	11	13,3	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 162 meses (13,5 anos). - Mora na região a mais que 4 meses. - Reside em imóvel alugado/outro. - Mora no endereço a menos que 17 meses.	Velocidade não é uma barreira
Nó 5	6	7,2	- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 162 meses (13,5 anos). - Mora na região a mais que 4 meses. - Reside em imóvel alugado/outro. - Mora no endereço a mais que 17 meses.	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 6	6	7,2	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Possui graduação completa ou nível de escolaridade superior. - Mora no endereço a 5 meses ou mais.	Velocidade não é uma barreira
Nó 7	3	3,6	- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni. - Possui graduação completa ou nível de escolaridade superior. - Mora no endereço a menos que 5 meses.	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Continua

**Tabela B.1** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise I (*Velocidade do Tráfego e Características individuais*) (Continuação)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 8	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Possui graduação incompleta ou nível de escolaridade inferior.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 9	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 110 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Sexo masculino.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 10	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 110 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Sexo feminino.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 11	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 110 metros da Rua Miguel Petroni.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

**Tabela B.2-** Parâmetros de desempenho da AD de treinamento correspondente à Análise I  
(*Velocidade do Tráfego e Características individuais*)

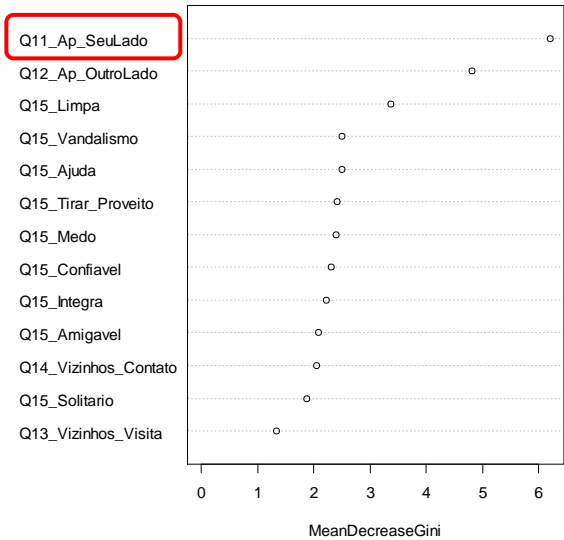
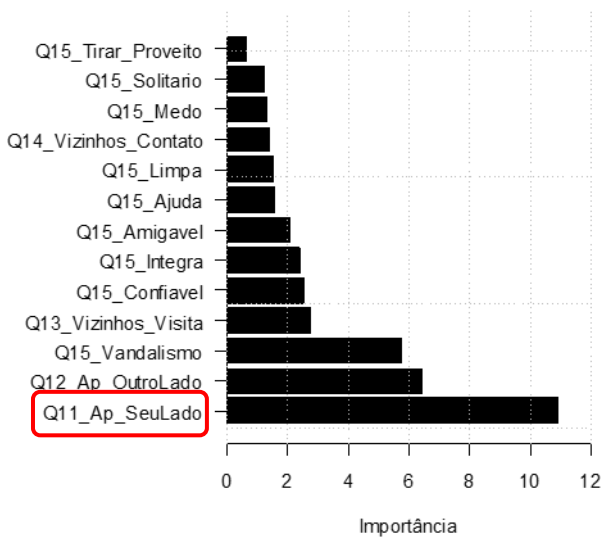
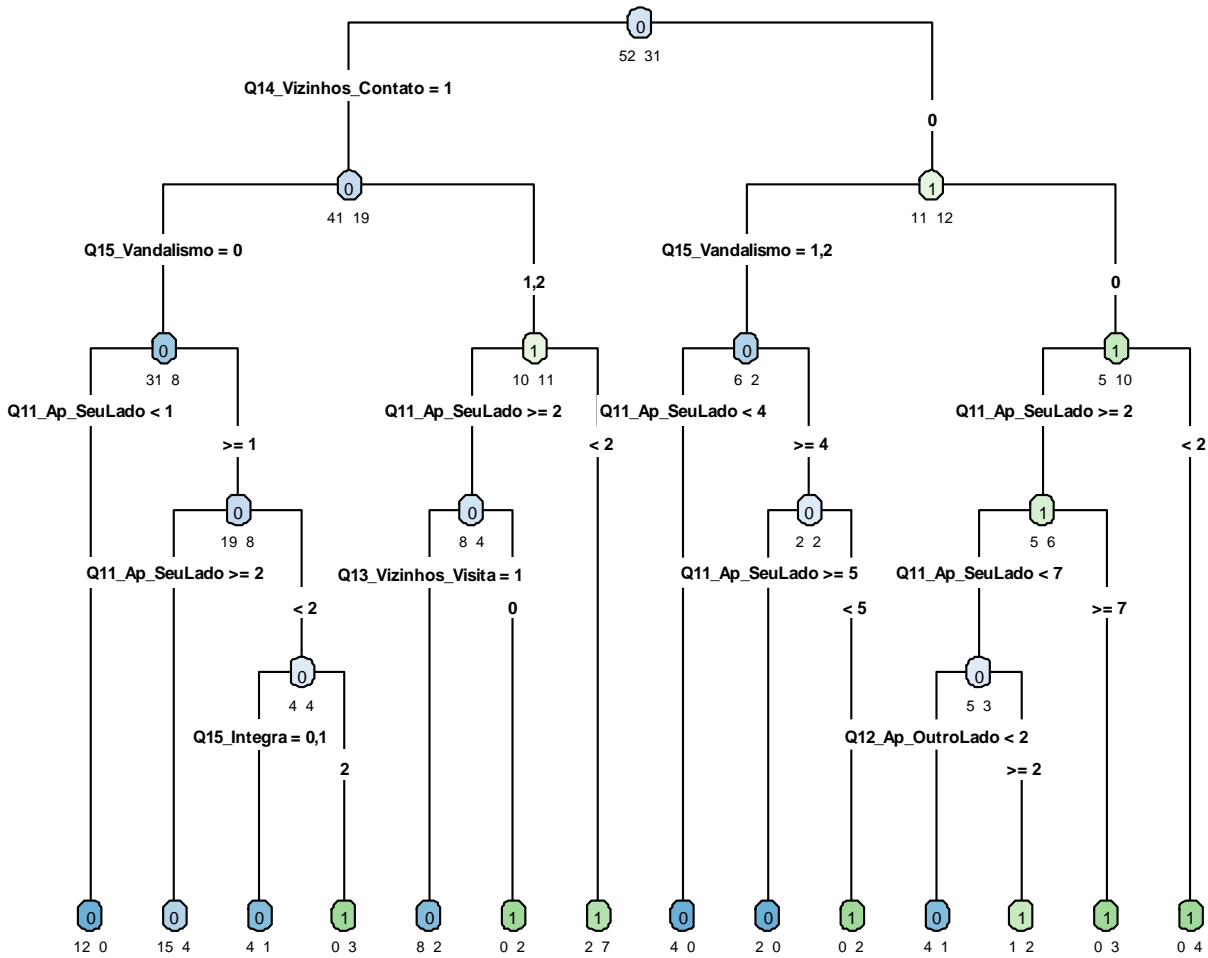
		Referência			
N = 83		<b>Condição Positiva (0)</b>	<b>Condição Negativa (1)</b>	Prevalência $= \frac{49+3}{83} = 62,65\%$	Acurácia (ACC) $= \frac{49+21}{83} = 84,34\%$
Preditivo	<b>Condição Positiva Prevista (0)</b>	Verdadeiro Positivo 49	Falso Positivo 10	Valor Preditivo Positivo (PPV) ou Precisão $= \frac{49}{49+10} = 83,05\%$	Taxa de Falsa Descoberta (FDR) $= \frac{10}{49+10} = 16,95\%$
	<b>Condição Negativa Prevista (1)</b>	Falso Negativo 3	Verdadeiro Negativo 21	Taxa de Falsa Omissão (FOR) $= \frac{3}{3+21} = 12,50\%$	Valor Preditivo Negativo (NPV) $= \frac{21}{21+3} = 87,50\%$
		Taxa de Verdadeiro Positivo (TPR) ou Sensibilidade $= \frac{49}{49+3} = 94,23\%$	Taxa de Falso Positivo (FPR) $= \frac{10}{10+21} = 32,26\%$		
		Taxa de Falso Negativo (FNR) $= \frac{3}{49+3} = 5,77\%$	Taxa de Verdadeiro Negativo (TNR) ou Especificidade $= \frac{21}{10+21} = 67,74\%$		

**Tabela B.3 -** Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise I  
(*Velocidade do Tráfego e Características individuais*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	49	8	52	8
Falso Positivo	10	3	0	3
Falso Negativo	3	5	0	5
Verdadeiro Negativo	21	4	31	4
Acurácia (%)	84,34	60,00	100	55,00
Sensibilidade (%)	94,23	61,54	100	62,54
Especificidade (%)	67,74	57,14	100	42,86
Prevalência (%)	62,65	65,00	62,65	65,00
Valor Preditivo Positivo (%)	83,05	72,73	100	66,67
Valor Preditivo Negativo (%)	87,50	44,44	100	37,50
Taxa de Falsa Descoberta (%)	16,95	27,27	0	33,33
Taxa de Falsa Omissão (%)	12,50	55,56	0	62,50
Taxa de Falso Positivo (%)	32,26	42,86	0	57,14
Taxa de Falso Negativo (%)	5,77	38,46	0	38,46

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é "0".

**Figura B.2 -** Árvore de Decisão da Análise II (*Velocidade do Tráfego e Interações sociais*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



**Tabela B.4** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise II (*Velocidade do Tráfego e Interações sociais*)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 1	12	14,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece menos que 1 vizinho do mesmo lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 2	19	22,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 1 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece 2 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 3	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 1 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece menos que 2 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que se sente perfeitamente integrado a região.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 4	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 1 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece menos que 2 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Concorda que se sente perfeitamente integrado a região.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 5	10	12,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 2 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Não visita os vizinhos com frequência.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 6	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 2 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Visita os vizinhos com frequência.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Continua



**Tabela B.4** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise II (*Velocidade do Tráfego e Interações sociais*) (Continuação)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 7	9	10,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece menos que 2 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 8	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece menos que 4 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 9	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 4 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece 5 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 10	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 4 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece menos que 5 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 11	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 2 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece menos que 7 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece menos que 2 vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 12	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tem contato com os vizinhos com frequência.</li> <li>- Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região.</li> <li>- Conhece 2 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece menos que 7 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece 2 ou mais vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Continua

**Tabela B.4** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise II (*Velocidade do Tráfego e Interações sociais*) (Continuação)

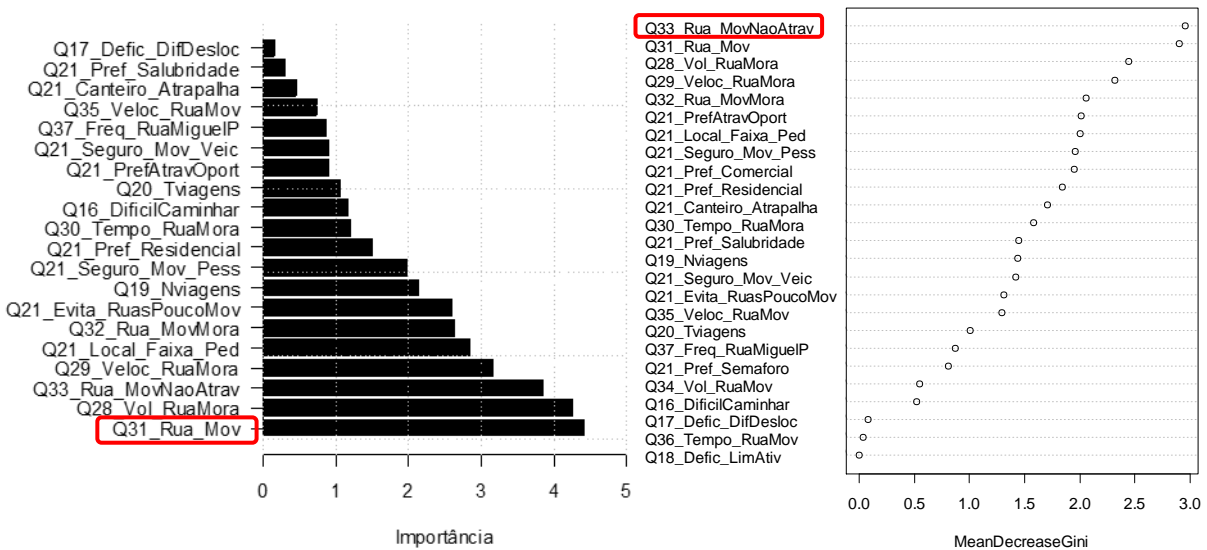
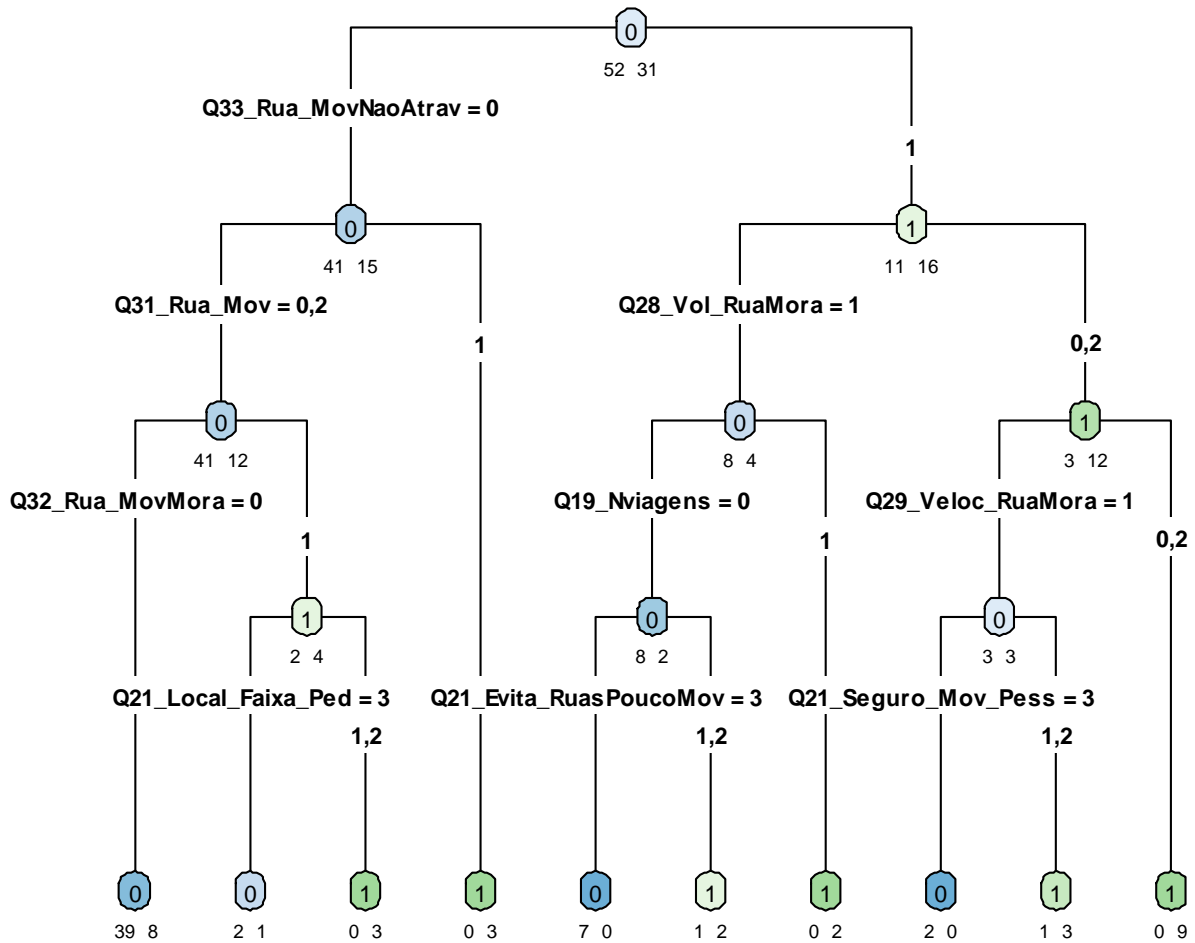
Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 13	3	3,6	- Tem contato com os vizinhos com frequência. - Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região. - Conhece 2 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua. - Conhece 7 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 14	4	4,8	- Tem contato com os vizinhos com frequência. - Discorda que vandalismo e pichações são um problema na região. - Conhece menos que 2 vizinhos do mesmo lado da rua.	<b>Velocidade é uma barreira</b>

**Tabela B.5** - Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise II (*Velocidade do Tráfego e Interações sociais*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	49	8	52	8
Falso Positivo	8	4	0	5
Falso Negativo	3	5	0	5
Verdadeiro Negativo	23	3	31	2
Acurácia (%)	86,75	55,00	100	50,00
Sensibilidade (%)	94,23	61,54	100	61,54
Especificidade (%)	74,19	42,86	100	28,57
Prevalência (%)	62,65	65,00	62,65	65,00
Valor Preditivo Positivo (%)	85,96	66,67	100	61,54
Valor Preditivo Negativo (%)	88,46	37,50	100	28,57
Taxa de Falsa Descoberta (%)	14,04	33,33	0	38,46
Taxa de Falsa Omissão (%)	11,54	62,50	0	71,43
Taxa de Falso Positivo (%)	25,81	57,14	0	71,43
Taxa de Falso Negativo (%)	5,77	38,46	0	38,46

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é "0".

**Figura B.3** - Árvore de Decisão da Análise III (*Velocidade do Tráfego e Viagens e mobilidade*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



**Tabela B.6-** Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise III (*Velocidade do Tráfego e Viagens e mobilidade*)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 1	47	56,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera a rua Miguel Petroni ou outra a mais movimentada da região.</li> <li>- Não mora na rua mais movimentada.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 2	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera a rua Miguel Petroni ou outra a mais movimentada da região.</li> <li>- Mora na rua mais movimentada.</li> <li>- Concorda que as faixas de pedestres da rua mais movimentada são bem localizadas e que sempre as usa.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 3	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera a rua Miguel Petroni ou outra a mais movimentada da região.</li> <li>- Mora na rua mais movimentada.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que as faixas de pedestres da rua mais movimentada são bem localizadas e que sempre as usa.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 4	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera a rua Miguel João a mais movimentada da região.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 5	7	8,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera regular o volume de tráfego da rua onde mora.</li> <li>- Realiza até 4 viagens a pé por dia.</li> <li>- Concorda que evita circular por ruas onde há pouco movimento de pessoas ou veículos.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 6	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera regular o volume de tráfego da rua onde mora.</li> <li>- Realiza até 4 viagens a pé por dia.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que evita circular por ruas onde há pouco movimento de pessoas ou veículos.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 7	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera regular o volume de tráfego da rua onde mora.</li> <li>- Realiza mais de 4 viagens a pé por dia.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Continua

**Tabela B.6** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise III (*Velocidade do Tráfego e Viagens e mobilidade*) (Continuação)

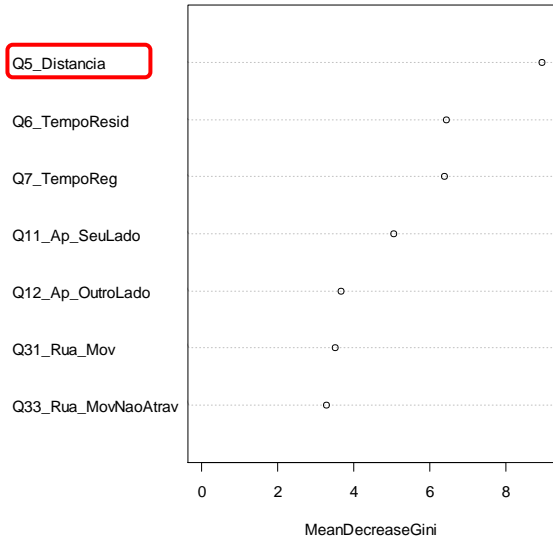
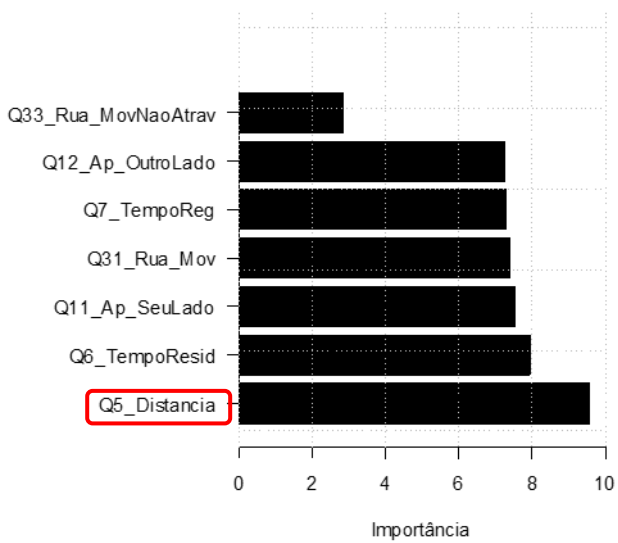
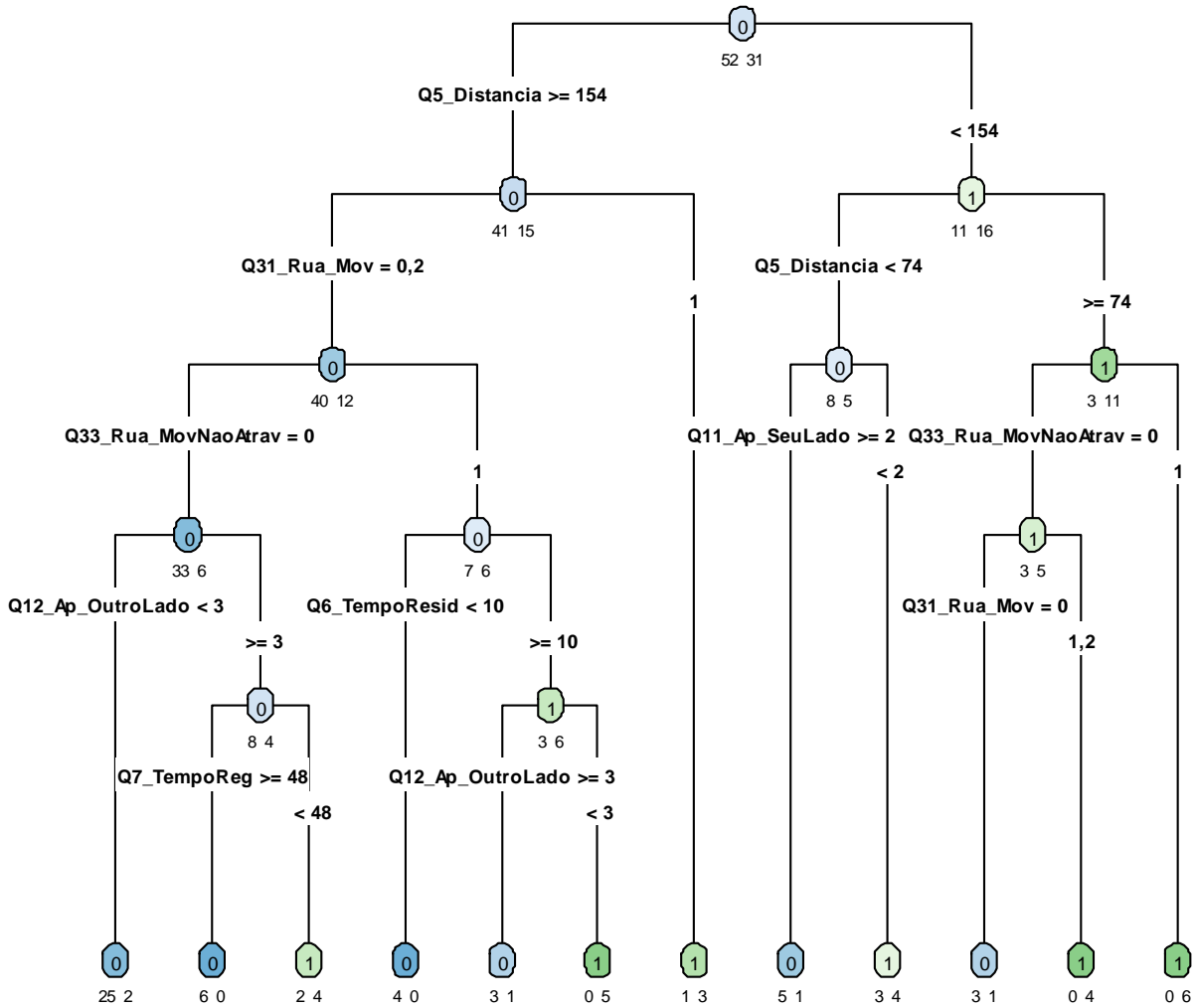
Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 8	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera baixo ou alto o volume de tráfego da rua onde mora.</li> <li>- Considera regular a velocidade do tráfego na rua onde mora.</li> <li>- Concorda que se sente mais seguro em ruas com maior movimento de pessoas.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 9	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera baixo ou alto o volume de tráfego da rua onde mora.</li> <li>- Considera regular a velocidade do tráfego na rua onde mora.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que se sente mais seguro em ruas com maior movimento de pessoas.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 10	9	10,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera baixo ou alto o volume de tráfego da rua onde mora.</li> <li>- Considera baixa ou alta a velocidade do tráfego na rua onde mora.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

**Tabela B.7** - Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise III (*Velocidade do Tráfego e Viagens e mobilidade*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	50	12	52	12
Falso Positivo	9	5	0	4
Falso Negativo	2	2	0	2
Verdadeiro Negativo	22	2	31	3
Acurácia (%)	86,75	65,00	100,00	75,00
Sensibilidade (%)	96,15	84,62	100,00	92,31
Especificidade (%)	70,97	28,57	100,00	42,86
Prevalência (%)	62,65	65,00	62,65	65,00
Valor Preditivo Positivo (%)	84,75	68,75	100,00	75,00
Valor Preditivo Negativo (%)	91,67	50,00	100,00	75,00
Taxa de Falsa Descoberta (%)	15,25	31,25	0	25,00
Taxa de Falsa Omissão (%)	8,33	50,00	0	25,00
Taxa de Falso Positivo (%)	29,03	71,43	0	57,14
Taxa de Falso Negativo (%)	3,85	15,38	0	7,69

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é "0".

**Figura B.4 -** Árvore de Decisão da Análise IV (*Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



**Tabela B.8** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (*Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes*)

Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 1	27	32,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Conhece menos do que 3 vizinhos do seu lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 2	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Conhece 3 ou mais vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Mora na região a 4 anos ou mais.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 3	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Conhece 3 ou mais vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Mora na região a menos do que 4 anos.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 4	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Consideram a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Mora no endereço a menos que 10 meses.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 5	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Mora no endereço a 10 meses ou mais.</li> <li>- Conhece 3 ou mais vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 6	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Mora no endereço a 10 meses ou mais.</li> <li>- Conhece menos do que 3 vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Continua

**Tabela B.8** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV (*Velocidade do Tráfego e Variáveis mais relevantes*) (Continuação)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 7	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel João a rua mais movimentada da região.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 8	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Conhece 2 ou mais vizinhos do seu lado.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 9	7	8,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Conhece menos do que 2 vizinhos do seu lado.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 10	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni a rua mais movimentada da região.</li> </ul>	Velocidade não é uma barreira
Nó 11	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Não evita circular pela via mais movimentada.</li> <li>- Considera a Rua Miguel João ou outra a rua mais movimentada da região.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>
Nó 12	6	7,2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 154 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 74 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Evita circular pela via mais movimentada.</li> </ul>	<b>Velocidade é uma barreira</b>

Fonte: Autora.

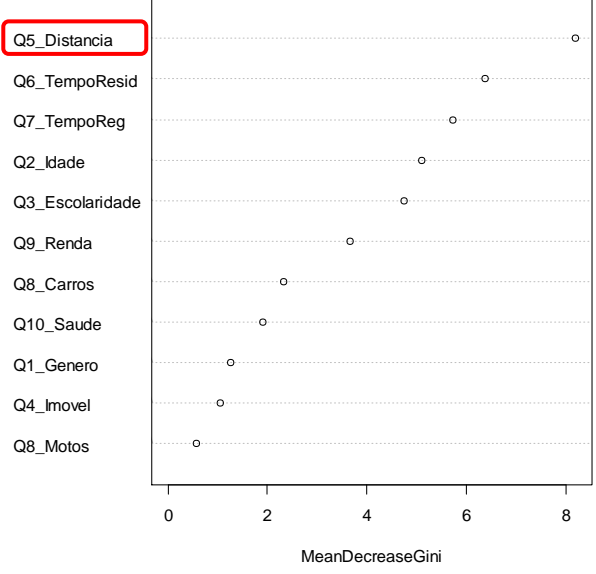
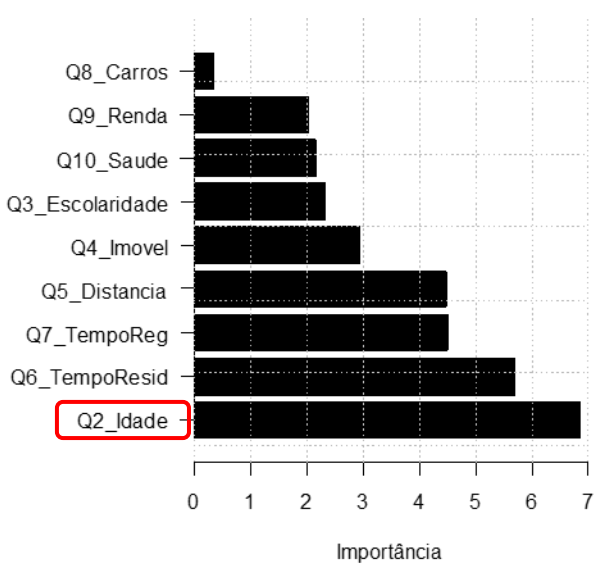
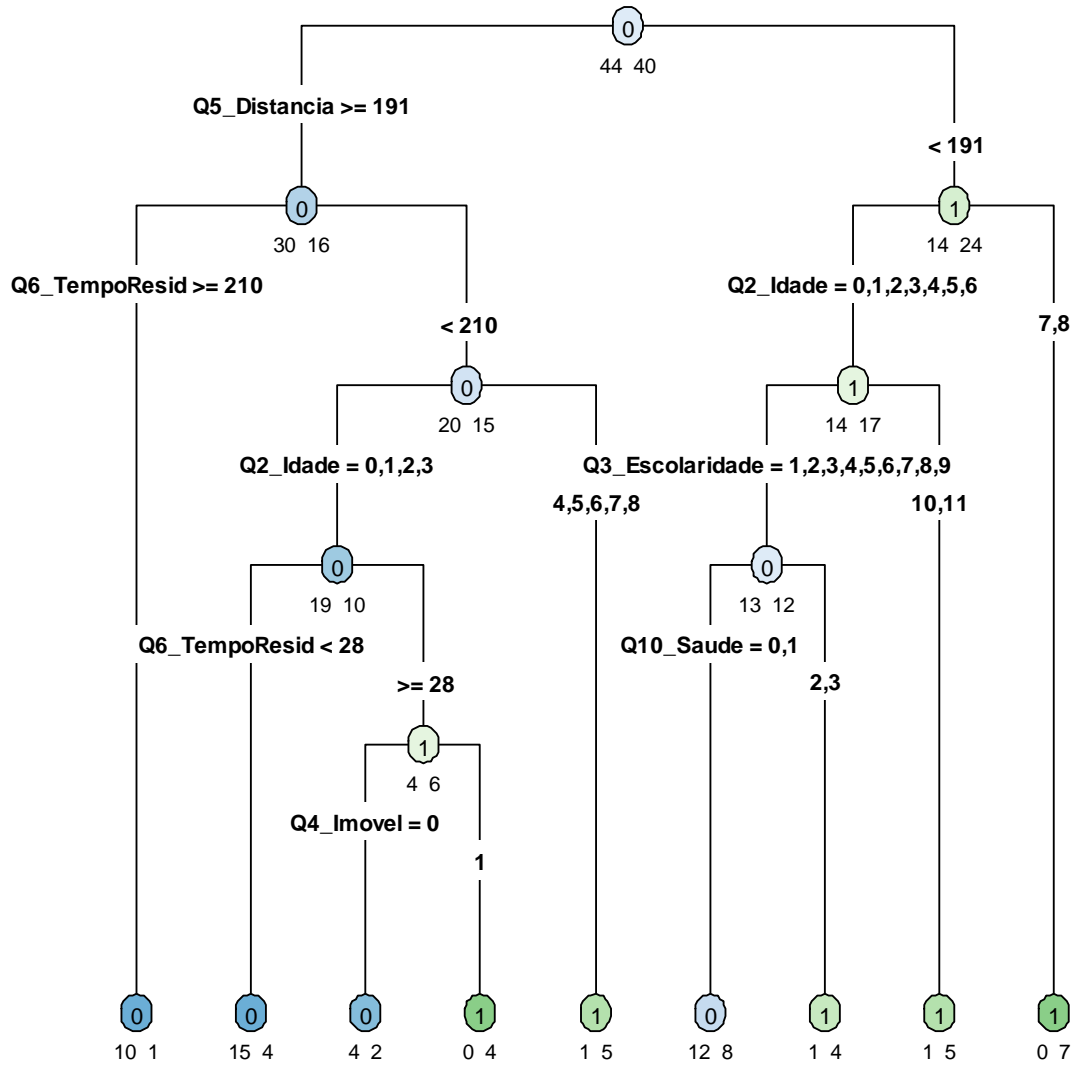


**Tabela B.9** - Desempenho preditivo dos modelos de AD e FA para Análise IV, da *Velocidade do Tráfego* (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	46	8	52	9
Falso Positivo	5	3	0	5
Falso Negativo	6	5	0	4
Verdadeiro Negativo	26	4	31	2
Acurácia (%)	86,75	60,00	100,00	55,00
Sensibilidade (%)	88,46	61,54	100,00	69,23
Especificidade (%)	83,87	57,14	100,00	28,57
Prevalência (%)	62,65	65,00	62,65	65,00
Valor Preditivo Positivo (%)	90,20	72,73	100,00	64,29
Valor Preditivo Negativo (%)	81,25	44,44	100,00	33,33
Taxa de Falsa Descoberta (%)	9,80	27,27	0	35,71
Taxa de Falsa Omissão (%)	18,75	55,56	0	66,67
Taxa de Falso Positivo (%)	16,13	42,86	0	71,43
Taxa de Falso Negativo (%)	11,54	38,46	0	30,77

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é “0”.

**Figura B.5 -** Árvore de Decisão da Análise I (*Volume do Tráfego e Características individuais*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



**Tabela B.10** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise I (*Volume do Tráfego e Características individuais*)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 1	11	13,1	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a mais que 210 meses (17,5 anos).	Volume não é uma barreira
Nó 2	19	22,6	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Faixa etária varia entre 18 e 41 anos - Mora no endereço a menos que 28 meses (2,3 anos).	Volume não é uma barreira
Nó 3	6	7,1	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Faixa etária varia entre 18 e 41 anos - Mora no endereço a mais que 28 meses (2,3 anos). - Reside em imóvel próprio.	Volume não é uma barreira
Nó 4	4	4,8	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Faixa etária varia entre 18 e 41 anos - Mora no endereço a mais que 28 meses (2,3 anos). - Reside em imóvel alugado/outro.	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 5	6	7,1	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Mora no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Faixa etária superior a 42 anos.	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 6	20	23,8	- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Faixa etária entre 18 e 59 anos. - Nível de escolaridade ensino superior completo ou inferior. - Estado de saúde excelente ou bom.	Volume não é uma barreira
Nó 7	5	6,0	- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Faixa etária entre 18 e 59 anos. - Nível de escolaridade ensino superior completo ou inferior. - Estado de saúde razoável ou ruim.	<b>Volume é uma barreira</b>

Continua

**Tabela B.10** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise I (*Volume do Tráfego e Características individuais*) (Continuação)

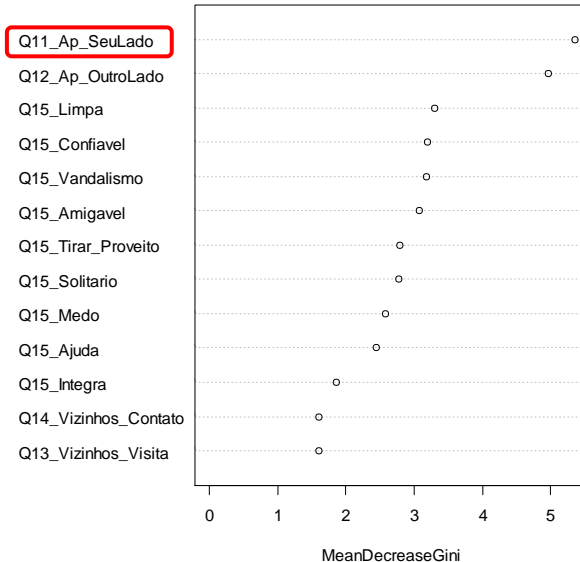
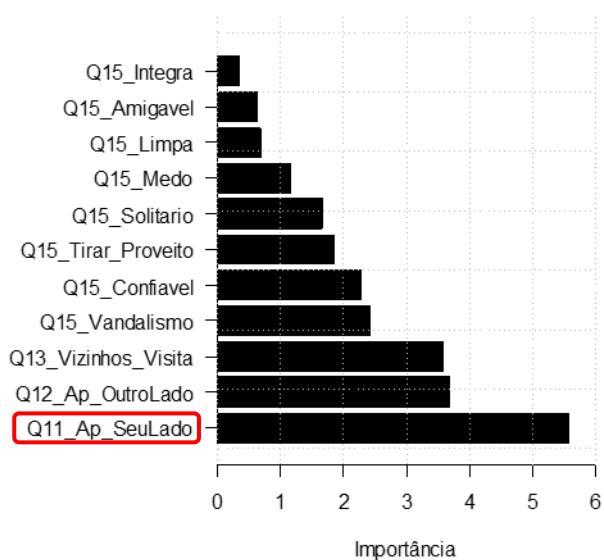
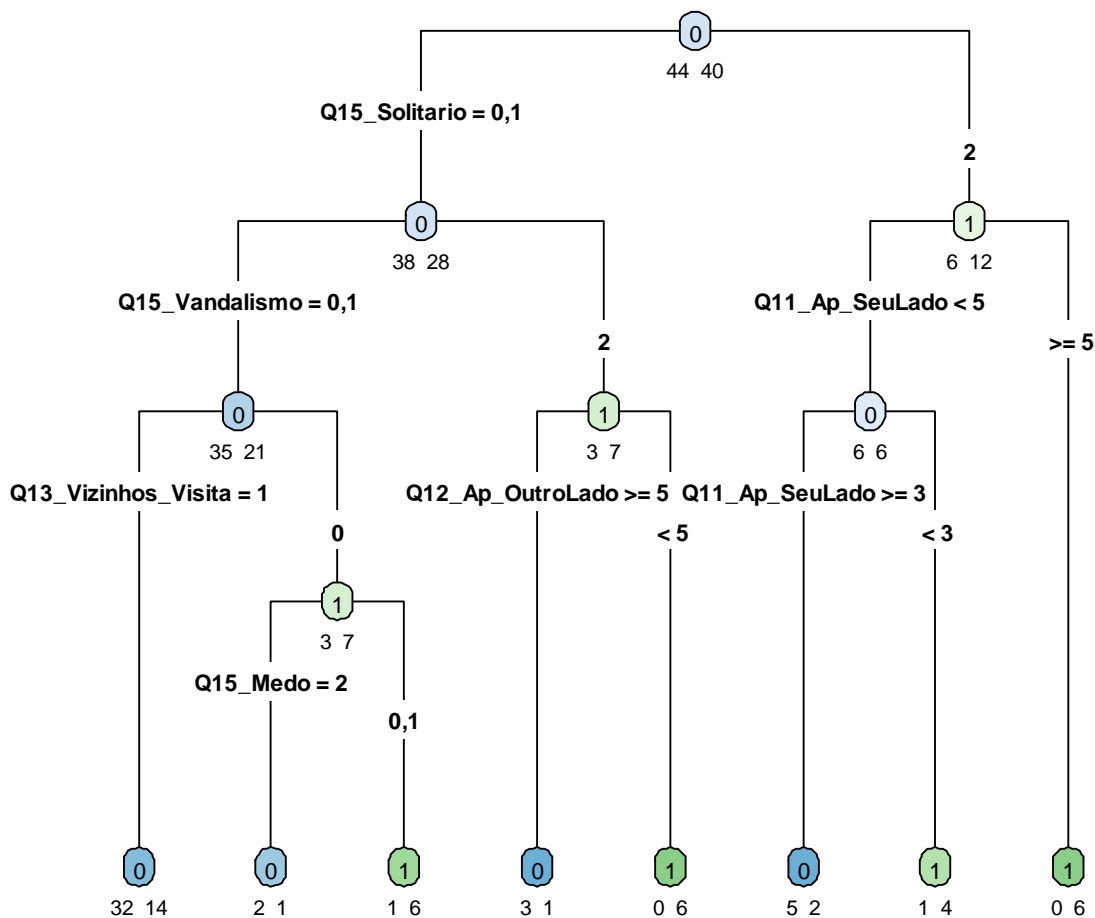
Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 8	6	7,1	- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Faixa etária entre 18 e 59 anos. - Nível de escolaridade pós-graduação incompleto ou completa.	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 9	7	8,3	- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Faixa etária acima de 59 anos.	<b>Volume é uma barreira</b>

**Tabela B.11** - Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise I (*Volume do Tráfego e Características individuais*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	41	7	44	5
Falso Positivo	15	5	0	5
Falso Negativo	3	3	0	5
Verdadeiro Negativo	25	4	40	4
Acurácia (%)	78,57	57,89	100,00	47,37
Sensibilidade (%)	93,18	70,00	100,00	50,00
Especificidade (%)	62,50	44,44	100,00	44,44
Prevalência (%)	52,38	52,63	52,38	52,63
Valor Preditivo Positivo (%)	73,21	58,33	100,00	50,00
Valor Preditivo Negativo (%)	89,29	57,14	100,00	44,44
Taxa de Falsa Descoberta (%)	26,79	41,67	0	50,00
Taxa de Falsa Omissão (%)	10,71	42,86	0	55,56
Taxa de Falso Positivo (%)	37,50	55,56	0	55,56
Taxa de Falso Negativo (%)	6,82	30,00	0	50,00

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é "0".

**Figura B.6 -** Árvore de Decisão da Análise II (*Volume do Tráfego e Interações sociais*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



**Tabela B.12-** Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise II (*Volume do Tráfego e Interações sociais*)

<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 1	46	54,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que se sente solitário nessa região.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que vandalismo e pichações são um problema nessa região.</li> <li>- Não visita os vizinhos com frequência.</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 2	3	3,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que se sente solitário nessa região.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que vandalismo e pichações são um problema nessa região.</li> <li>- Visita os vizinhos com frequência.</li> <li>- Concorda que as pessoas têm medo de caminhar sozinhas à noite nessa região.</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 3	7	8,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que se sente solitário nessa região.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que vandalismo e pichações são um problema nessa região.</li> <li>- Visita os vizinhos com frequência.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Discorda que as pessoas têm medo de caminhar sozinhas à noite nessa região.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 4	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que se sente solitário nessa região.</li> <li>- Concorda que vandalismo e pichações são um problema nessa região.</li> <li>- Conhece 5 ou mais vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 5	6	7,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que se sente solitário nessa região.</li> <li>- Concorda que vandalismo e pichações são um problema nessa região.</li> <li>- Conhece menos do que 5 vizinhos do outro lado da rua.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 6	7	8,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concorda que se sente solitário nessa região.</li> <li>- Conhece menos do que 5 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece 3 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 7	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concorda que se sente solitário nessa região.</li> <li>- Conhece menos do que 5 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> <li>- Conhece menos do que 3 vizinhos do mesmo lado da rua.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>

Continua

**Tabela B.12** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise II (*Volume do Tráfego e Interações sociais*) (Continuação)

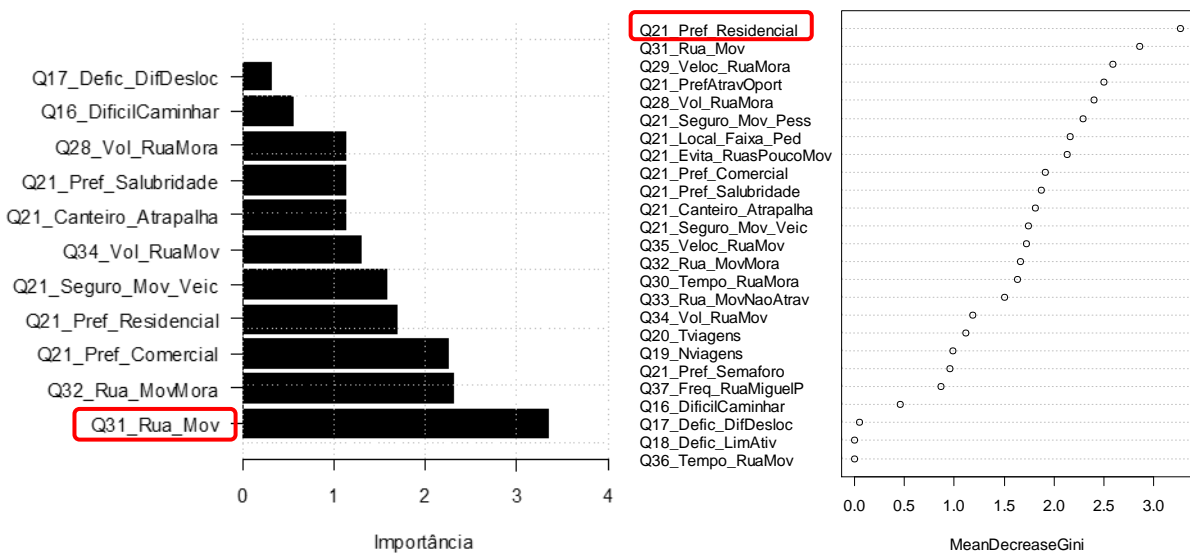
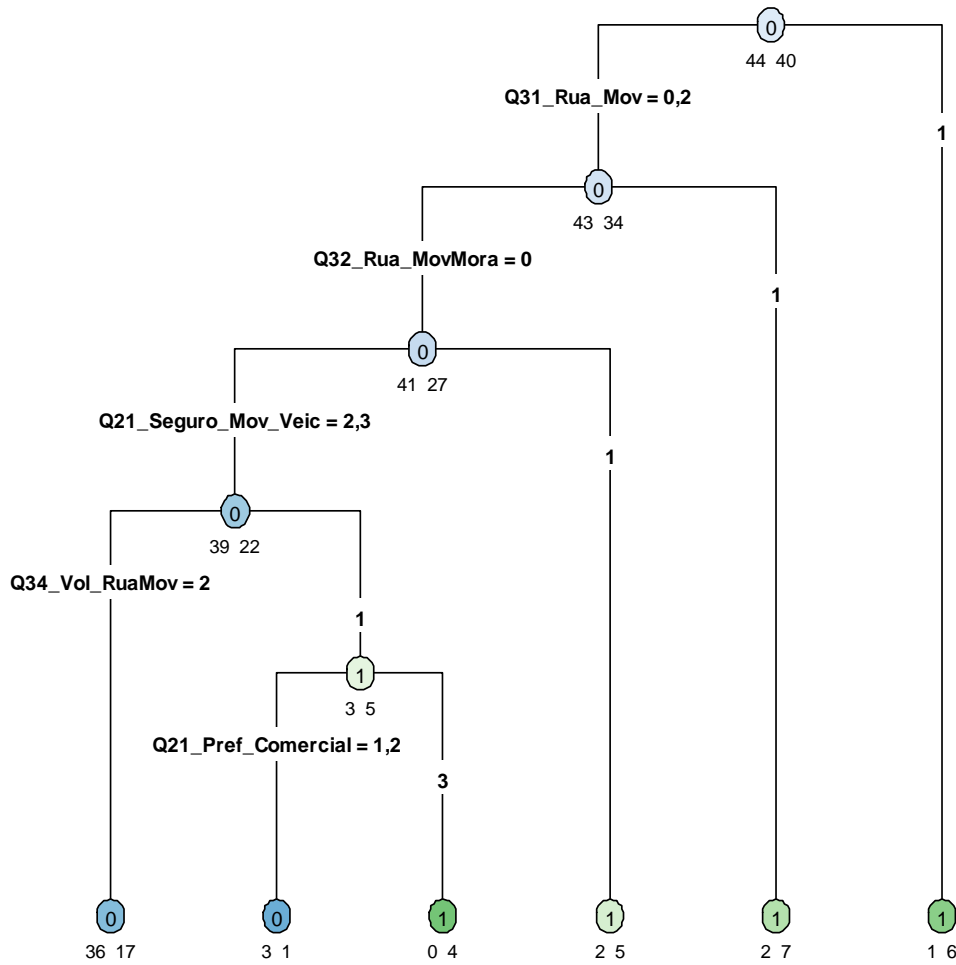
Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 8	6	7,1	- Concorda que se sente solitário nessa região. - Conhece 5 ou mais vizinhos do mesmo lado da rua.	<b>Volume é uma barreira</b>

**Tabela B.13**- Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise II (*Volume do Tráfego e Interações sociais*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	42	9	44	6
Falso Positivo	18	7	0	4
Falso Negativo	2	1	0	4
Verdadeiro Negativo	22	2	40	5
Acurácia (%)	76,19	57,89	100	57,89
Sensibilidade (%)	95,45	90,00	100	60,00
Especificidade (%)	55,00	22,22	100	55,56
Prevalência (%)	52,38	52,63	52,38	52,63
Valor Preditivo Positivo (%)	70,00	56,25	100	60,00
Valor Preditivo Negativo (%)	91,67	66,67	100	55,56
Taxa de Falsa Descoberta (%)	30,00	43,75	0	40,00
Taxa de Falsa Omissão (%)	8,33	33,33	0	44,44
Taxa de Falso Positivo (%)	45,00	77,78	0	44,44
Taxa de Falso Negativo (%)	4,55	10,00	0	40,00

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é "0".

**Figura B.7 -** Árvore de Decisão da Análise III (*Volume do Tráfego e Viagens e Mobilidade*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)





**Tabela B.14** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise III (*Volume do Tráfego e Viagens e mobilidade*)

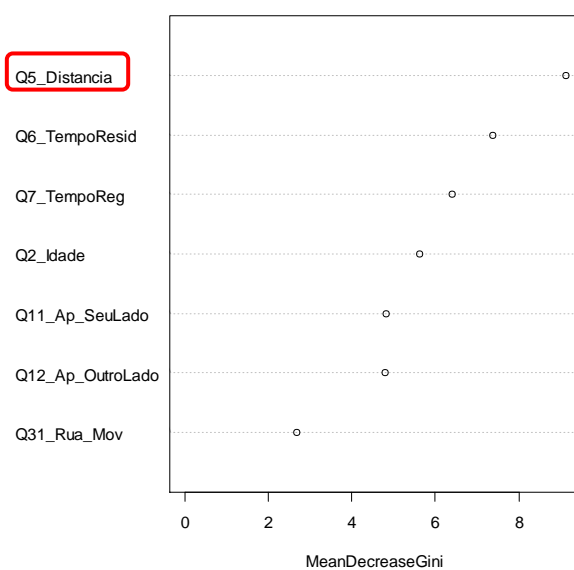
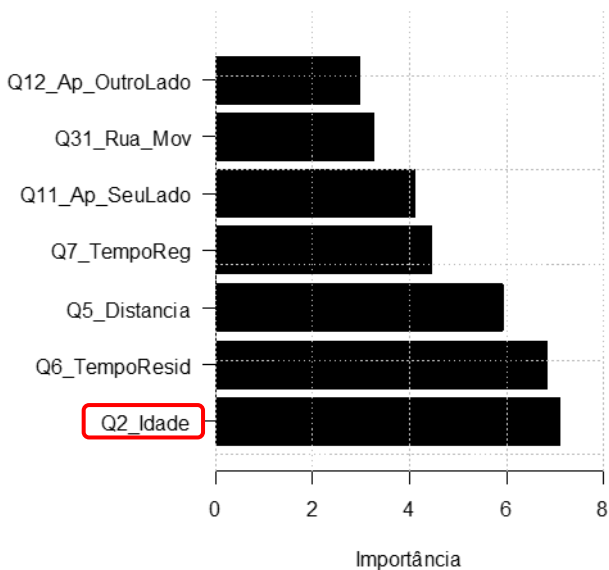
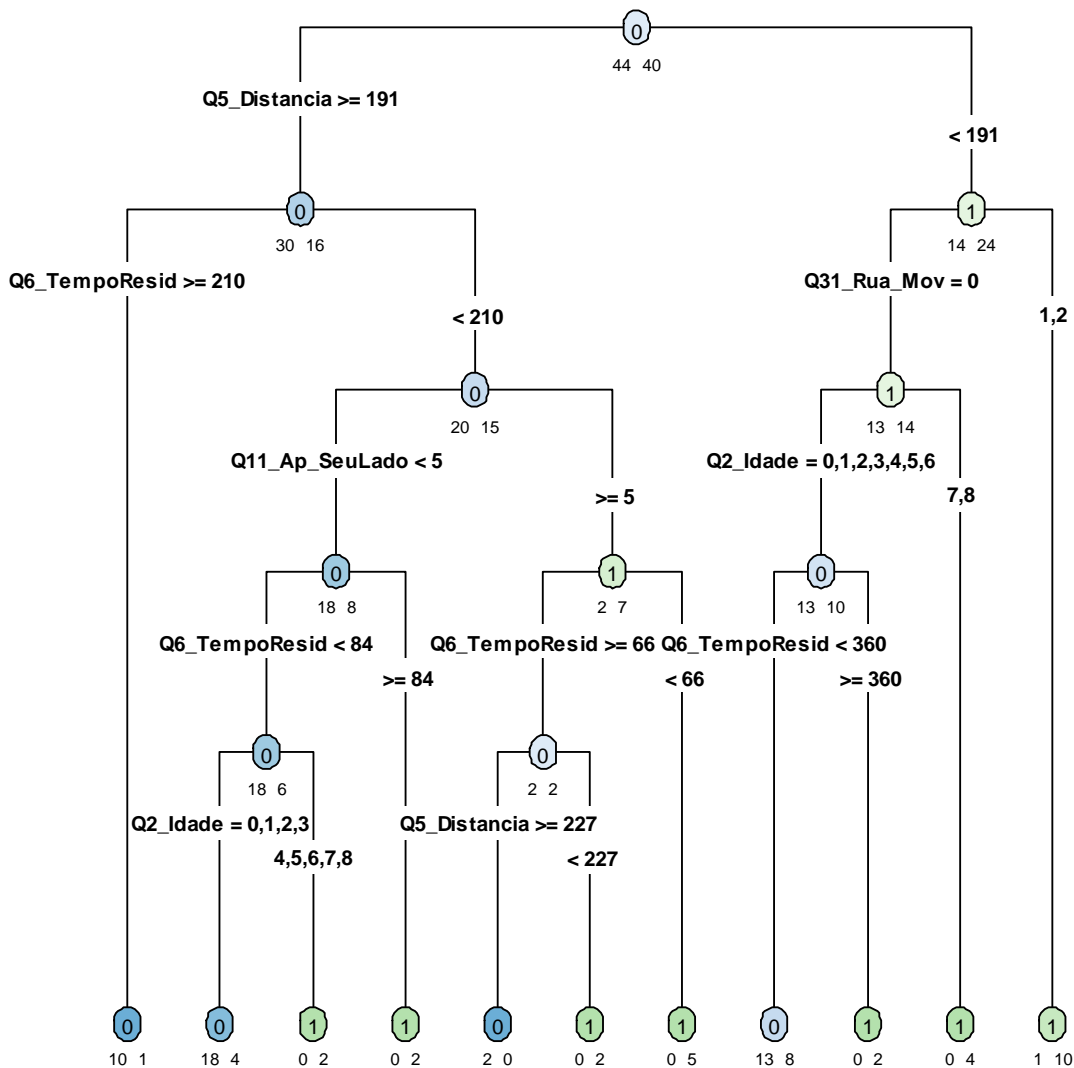
<b>Nó folha</b>	<b>Observações</b>	<b>% da amostra de treinamento</b>	<b>Percepção e características dos indivíduos</b>	<b>Efeito barreira</b>
Nó 1	53	63,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não mora na rua considerada mais movimentada.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que se sente mais seguro em ruas com maior movimento de veículos.</li> <li>- Considera alto o volume de tráfego da rua mais movimentada.</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 2	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não mora na rua considerada mais movimentada.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que se sente mais seguro em ruas com maior movimento de veículos.</li> <li>- Considera regular o volume de tráfego da rua mais movimentada.</li> <li>- Discorda/Não concorda nem discorda que prefere caminhar por ruas onde há estabelecimentos comerciais.</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 3	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não mora na rua considerada mais movimentada.</li> <li>- Não concorda nem discorda/Concorda que se sente mais seguro em ruas com maior movimento de veículos.</li> <li>- Considera regular o volume de tráfego da rua mais movimentada.</li> <li>- Concorda que prefere caminhar por ruas onde há estabelecimentos comerciais.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 4	7	8,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Não mora na rua considerada mais movimentada.</li> <li>- Discorda que se sente mais seguro em ruas com maior movimento de veículos.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 5	9	10,7	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni ou outra a rua mais movimentada da região.</li> <li>- Mora na rua considerada mais movimentada.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 6	7	8,3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Considera a Rua Miguel João a rua mais movimentada da região.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>

**Tabela B.15** - Desempenho preditivo do modelo de AD e FA correspondentes à Análise III  
(*Volume do Tráfego e Viagens e mobilidade*) (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	39	6	44	4
Falso Positivo	18	7	0	6
Falso Negativo	5	4	0	6
Verdadeiro Negativo	22	2	40	3
Acurácia (%)	72,62	42,11	100	36,84
Sensibilidade (%)	88,64	60,00	100	40,00
Especificidade (%)	55,00	22,22	100	33,33
Prevalência (%)	52,38	52,63	52,38	52,63
Valor Preditivo Positivo (%)	68,42	46,15	100	40,00
Valor Preditivo Negativo (%)	81,48	33,33	100	33,33
Taxa de Falsa Descoberta (%)	31,58	53,85	0	60,00
Taxa de Falsa Omissão (%)	18,52	66,67	0	66,67
Taxa de Falso Positivo (%)	45,00	77,78	0	66,67
Taxa de Falso Negativo (%)	11,36	40,00	0	60,00

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é “0”.

**Figura B.8** - Árvore de Decisão da Análise IV (*Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes*), importância das variáveis utilizadas no modelo de AD e FA para base de dados de treinamento (n = 83)



**Tabela B.16** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV  
(Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes)

Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 1	11	13,1	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a 210 meses (17,5 anos) ou mais.	Volume não é uma barreira
Nó 2	22	26,2	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua. - Reside no endereço a menos que 84 meses (7 anos). - Faixa etária entre 18 e 41 anos.	Volume não é uma barreira
Nó 3	2	2,4	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua. - Reside no endereço a menos que 84 meses (7 anos). - Faixa etária superior a 41 anos.	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 4	2	2,4	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua. - Reside no endereço a 84 meses (7 anos) ou mais.	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 5	2	2,4	- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni. - Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos). - Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua. - Reside no endereço a 66 meses (5,5 anos) ou mais. - Mora a uma distância igual ou superior a 227 metros da Rua Miguel Petroni.	Volume não é uma barreira

Continua

**Tabela B.16** - Detalhamento dos nós folhas da Árvore de Decisão da Análise IV  
(Volume do Tráfego e Variáveis mais relevantes) (Continuação)

Nó folha	Observações	% da amostra de treinamento	Percepção e características dos indivíduos	Efeito barreira
Nó 6	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos).</li> <li>- Conhece menos do que 5 vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Reside no endereço a 66 meses (5,5 anos) ou mais.</li> <li>- Mora a uma distância inferior a 227 metros da Rua Miguel Petroni.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 7	5	6,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância igual ou superior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 210 meses (17,5 anos).</li> <li>- Conhece 5 ou mais vizinhos do seu lado da rua.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 66 meses (5,5 anos).</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 8	21	25,0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni a mais movimentada da região.</li> <li>- Faixa etária entre 18 e 59 anos.</li> <li>- Reside no endereço a menos que 360 meses (30 anos).</li> </ul>	Volume não é uma barreira
Nó 9	2	2,4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni a mais movimentada da região.</li> <li>- Faixa etária entre 18 e 59 anos.</li> <li>- Reside no endereço a 360 meses (30 anos) ou mais.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 10	4	4,8	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua Miguel Petroni a mais movimentada da região.</li> <li>- Faixa etária acima de 59 anos.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>
Nó 11	11	13,1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mora a uma distância inferior a 191 metros da Rua Miguel Petroni.</li> <li>- Considera a Rua João ou outra a mais movimentada da região.</li> </ul>	<b>Volume é uma barreira</b>

**Tabela B.17** - Desempenho preditivo dos modelos de AD e FA para Análise IV, do *Volume do Tráfego* (n = 83)

Medidas de desempenho	AD		FA	
	Treinamento	Teste	Treinamento	Teste
Verdadeiro Positivo	42	6	44	6
Falso Positivo	13	6	0	6
Falso Negativo	1	4	0	4
Verdadeiro Negativo	27	3	40	3
Acurácia (%)	83,33	47,37	100	47,37
Sensibilidade (%)	97,67	60,00	100	60,00
Especificidade (%)	67,50	33,33	100	33,33
Prevalência (%)	51,81	52,63	52,38	52,63
Valor Preditivo Positivo (%)	76,36	50,00	100	50,00
Valor Preditivo Negativo (%)	96,43	42,86	100	42,86
Taxa de Falsa Descoberta (%)	23,64	50,00	0	50,00
Taxa de Falsa Omissão (%)	3,57	57,14	0	57,14
Taxa de Falso Positivo (%)	32,50	66,67	0	66,67
Taxa de Falso Negativo (%)	2,33	40,00	0	40,00

Nota: A classe considerada positiva para a variável dependente é “0”.