



A ACEITAÇÃO DA TARIFAÇÃO DE CONGESTIONAMENTO PARA SERVIÇOS DE  
*RIDE-HAILING* EM ÁREAS URBANAS: COMPREENDENDO PERCEPÇÕES,  
COMPORTAMENTOS E FATORES SOCIODEMOGRÁFICOS

Thais Ohana Ferreira de Araújo

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Transportes.

Orientador: Matheus Henrique de Sousa Oliveira

Rio de Janeiro

Maio de 2023

A ACEITAÇÃO DA TARIFICAÇÃO DE CONGESTIONAMENTO PARA SERVIÇOS DE  
*RIDE-HAILING* EM ÁREAS URBANAS: COMPREENDENDO PERCEPÇÕES,  
COMPORTAMENTOS E FATORES SOCIODEMOGRÁFICOS

Thais Ohana Ferreira de Araújo

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO  
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS  
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM  
ENGENHARIA DE TRANSPORTES.

Orientador: Matheus Henrique de Sousa Oliveira

Aprovada por: Prof. Matheus Henrique de Sousa Oliveira

Prof. Rômulo Dante Orrico Filho

Prof. Renato Guimarães Ribeiro

RIO DE JANEIRO

MAIO DE 2023

Araújo, Thais Ohana Ferreira de

A aceitação da tarifação de congestionamento para serviços de *ride-hailing* em áreas urbanas: compreendendo percepções, comportamentos e fatores sociodemográficos / Thais Ohana Ferreira de Araújo– Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2023.

XI, 48 p.: il; 29,7 cm

Orientador: Matheus Henrique de Sousa Oliveira

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia de Transportes , 2023

Referências Bibliográficas: p. 53-58.

1. Tarifação de congestionamento. 2. *Ride-hailing*. 3. Aceitação. I. Oliveira, Matheus Henrique de Sousa). II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Transportes. III. Título

*“O meu coração selvagem tem essa pressa  
de viver.”*

(Belchior)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e minha irmã, que sempre me incentivaram a ser curiosa e buscar conhecimento; que foram apoio em todos os momentos e sempre torceram por mim.

Ao meu orientador, Professor Matheus, que sempre foi paciente e me incentivou durante todo o processo.

Aos colegas e amigos do PET, em especial, Luiza, Daniel, Brandão, Ígor, pelo apoio, pelas conversas nos corredores e pelos memes de pesquisa e procrastinação trocados.

À Jane e à Dona Helena por toda a ajuda e suporte ao longo desses anos.

Aos amigos que conheci em Minas, Bia, Dana, Laura e Filipe, que me fizeram e me fazem sentir em casa. Ao Renato, que me deu os empurrões necessários para que essa pesquisa fosse finalizada.

Ao amigo de longa data, Kelisson, por sempre estar comigo, com todas as idas e vindas.

À Vivian Hernandez Alamo, que mudou para sempre a minha vida.

Agradeço também à CAPES pela bolsa de estudos concedida a mim e a outros estudantes, como forma de reconhecimento e remuneração pela nossa dedicação à pesquisa científica.

À todas e todos, obrigada por me acompanharem nessa trilha.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

A ACEITAÇÃO DA TARIFAÇÃO DE CONGESTIONAMENTO PARA SERVIÇOS DE  
*RIDE-HAILING* EM ÁREAS URBANAS: COMPREENDENDO PERCEPÇÕES,  
COMPORTAMENTOS E FATORES SOCIODEMOGRÁFICOS

Thais Ohana Ferreira de Araújo

Maio/2023

Orientador: Matheus Henrique de Sousa Oliveira

Programa: Engenharia de Transportes

Com o advento dos serviços de *ride-hailing*, como Uber e Lyft, muitas cidades ao redor do mundo passaram a experimentar uma nova dinâmica de transporte, com implicações significativas no trânsito e na infraestrutura viária. Embora esses serviços possam oferecer vantagens em relação aos meios de transporte tradicionais, também podem contribuir para o aumento do congestionamento em áreas urbanas densamente povoadas. Esta dissertação tem como objetivo investigar a compreensão da aceitação da taxa de congestionamento para serviços de *ride-hailing*, buscando compreender as diferentes percepções e comportamentos em relação a essa proposta. Para isto, foi aplicado um questionário de preferência declarada e a aplicação de um modelo de árvore de decisão binária para determinar os grupos mais homogêneos em relação à aceitabilidade da proposta. Os resultados mostraram que a percepção sobre os impactos do congestionamento varia de acordo com o principal modo de transporte do grupo e que essa percepção é o fator mais relevante no nível de aceitação da taxa. As variáveis sociodemográficas também foram consideradas importantes, evidenciando a importância da percepção de mobilidade urbana e equidade na aceitação da taxa. A metodologia adotada contribui para a avaliação da aceitação de políticas públicas e ajuda a conferir relevância ao papel da sociedade como partícipe da construção, direcionamento e monitoramento da administração pública.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

INVESTIGATING THE ACCEPTANCE OF CONGESTION PRICING FOR RIDE-HAILING SERVICES IN URBAN AREAS: UNDERSTANDING PERCEPTIONS, ATTITUDES, AND SOCIODEMOGRAPHIC INFLUENCES

Thais Ohana Ferreira de Araújo

May/2023

Advisor: Matheus Henrique de Sousa Oliveira

Department: Transportation Engineering

With the rise of ride-hailing services such as Uber and Lyft, many cities around the world have experienced a new transportation dynamic with significant implications for traffic and road infrastructure. While these services may offer advantages over traditional transportation methods, they can also contribute to increased congestion in densely populated urban areas. This dissertation aims to investigate the understanding of acceptance of congestion charges for ride-hailing services, seeking to understand different perceptions and behaviors regarding this proposal. To this end, a stated preference survey and a binary decision tree model were applied to determine the most homogeneous groups regarding acceptance of the proposal. The results showed that perception of congestion impacts varies according to the group's primary mode of transportation and that this perception is the most relevant factor in the level of acceptance of the charge. Socio-demographic variables were also considered important, highlighting the importance of urban mobility and equity perception in accepting the charge. The methodology adopted contributes to the evaluation of public policy acceptance and helps to confer relevance to society's role as a participant in the construction, direction, and monitoring of public administration.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	Contextualização.....	1
1.2	TNC e congestionamento.....	2
1.3	Problema de pesquisa e hipóteses .....	4
1.4	Objetivos .....	5
1.5	Estrutura da dissertação .....	5
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1	Aceitabilidade de políticas públicas e a participação social .....	7
2.2	A participação social na mobilidade urbana no Brasil .....	9
2.3	Aceitabilidade de políticas de taxaço por congestionamento e pedágio urbano.....	11
2.3.1	Fatores que influenciam na aceitabilidade pública .....	12
3	DADOS E MÉTODOS.....	17
3.1	PREFERÊNCIA DECLARADA.....	17
3.1.1	Elaboração dos questionários .....	18
3.1.2	Coleta, amostra e tratamento de dados.....	18
3.2	ALGORITMOS DE ÁRVORES DE DECISÃO.....	19
4	RESULTADOS .....	22
4.1	Visão geral sobre os resultados obtidos.....	22
4.2	Perfil sociodemográfico dos respondentes.....	24
4.3	Uso dos serviços de <i>ride-hailing</i> na amostra.....	25
4.4	Percepção dos respondentes sobre congestionamento e aceitabilidade de taxaço do transporte por aplicativo .....	26
4.4.1	Avaliação da qualidade do transporte público na cidade em que reside	26
4.4.2	Percepção sobre o congestionamento na qualidade do serviço do transporte público .....	28
4.5	Aceitabilidade de taxaço do transporte por aplicativo .....	29
4.6	Resultado do algoritmo de árvore de decisão .....	30
4.7	Análise detalhada dos grupos e variáveis na árvore de decisão.....	35
4.7.1	Quanto ao gênero.....	37
4.7.2	Quanto à idade .....	37
4.7.3	Quanto à escolaridade.....	37
4.7.4	Quanto à percepção sobre congestionamento, equidade e justiça .....	38
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39

5.1	LIMITAÇÕES DA PESQUISA E RECOMENDAÇÕES.....	40
	REFERÊNCIAS.....	42

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura de uma árvore de decisão.	20
Figura 2. Percepção da qualidade do Transporte Público por tipo de usuário.	28
Figura 3. Divisão por gênero da aceitabilidade de taxação.	29
Figura 4. Divisão por faixa etária da aceitabilidade de taxação.	29
Figura 5. Aceitabilidade da criação da taxa por nível de escolaridade.	30
Figura 6. Aceitabilidade da criação da taxa por modo principal de transporte.	30
Figura 7. Árvore de decisão resultante da primeira etapa de construção.	31
Figura 8. Relevância das variáveis de acordo com os nós de divisão da árvore.	32
Figura 9. Árvore de decisão após a etapa de poda.	34
Figura 10. Relevância das variáveis de acordo com os nós de divisão da árvore após a etapa de poda.	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Fatores que influenciam na aceitabilidade popular de políticas de taxaço de congestionamento.	15
Tabela 2. Variáveis de entrada utilizadas para o modelo.	23
Tabela 3. Perfil dos respondentes quanto à faixa etária.	24
Tabela 4. Distribuição do principal modo de transporte na amostra.	25
Tabela 5. Frequência do uso de serviços de <i>ride-hailing</i> na amostra.	26
Tabela 6. Avaliação da qualidade do Transporte Público na amostra.	27
Tabela 7. Distribuição da percepção entre congestionamento e qualidade do Transporte Público.	28

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O aumento do tráfego em áreas urbanas é um problema crescente em todo o mundo, causando diversos impactos negativos na qualidade de vida das pessoas (FATTAH et al., 2022). O principal efeito do aumento do tráfego é o congestionamento, que além de causar atrasos e estresse para os motoristas, também contribui para a emissão de poluentes na atmosfera (BARTH, BORIBOONSOMSIN, 2008, LEVY et al, 2010). Além disso, o aumento do tráfego também pode ter um impacto significativo no transporte público, que muitas vezes compartilha as mesmas vias com os carros (HIGGINS et al., 2018). É fundamental, portanto, buscar soluções para o problema do aumento do tráfego em áreas urbanas, incluindo medidas para melhorar o transporte público, incentivar o uso de modos de transporte mais sustentáveis e eficientes, e adotar políticas para reduzir a circulação de carros em horários de pico ou regiões altamente demandadas.

A criação de taxas de congestionamento é uma medida que vem sendo adotada em diversas cidades do mundo como forma de lidar com as externalidades negativas do aumento do tráfego em áreas urbanas (SMALL E GOMEZ-IBANEZ, 1998; DE PALMA, LINDSEY, 2011). Essa medida consiste em cobrar uma taxa dos motoristas que circulam em determinadas áreas da cidade em horários de pico, como forma de desestimular o uso do carro e reduzir o congestionamento (GIULIANO, 1992). A taxa de congestionamento pode ser uma ferramenta eficaz para controlar a quantidade de veículos em circulação em uma determinada região e os recursos gerados podem financiar investimentos em transporte público, ciclovias e outros modos de transporte mais sustentáveis e eficientes (ZHAO et al, 2020).

A discussão sobre a cobrança do uso viário iniciou-se ainda em 1920 com a proposição de um imposto por Pigou como forma de internalizar os custos de qualquer atividade industrial que gerasse externalidades negativas. Pigou (1920) argumenta que a parte que recebe os benefícios coletivos não paga por tal benefício, enquanto a que causa prejuízos coletivos também não paga por eles. Então, para lidar com esse problema, Pigou propõe uma taxa sobre o causador do custo. A teoria já foi aplicada

à poluição ambiental, aumento de custos associados ao tabagismo, acidentes de trânsito e consumo excessivo de açúcar.

Aplicando a teoria ao problema da oferta de um sistema viário, tem-se a oferta limitada e de acesso irrestrito, cada motorista impõe um atraso aos demais porque não paga o custo marginal total de sua viagem, criando assim uma externalidade negativa (DE PALMA, LINDSEY, 2011).

Apesar da aplicação desta política ainda não ser proporcional aos estudos e pesquisas realizados sobre o tema, muitos estudos fornecem aspectos teóricos e poucos fornecem diretrizes para a implementação ou abordam fatores-chave para aumentar a aceitação da medida por parte da população ((LANGMYHR, 1999; SELMOUNE, CHENG, et al., 2020). A aceitabilidade por parte dos usuários de automóvel é uma das razões para que o poder público hesite em implantar tais medidas (GU, LIU, et al., 2018, HAMILTON, ELIASSON, et al., 2014, WAN, SHEN, et al., 2017).

Entender qual tipo de público estamos lidando é um dos pontos principais para olhar questões orçamentárias e de financiamento público. Isso porque a existência de diferentes sujeitos que podem exercer diferentes pressões sobre decisões orçamentárias, e sobre a implementação dessas decisões (MILANI, 2008). Sem um entendimento adequado do público-alvo e suas necessidades, as políticas públicas podem ser mal planejadas e mal implementadas, o que pode levar a resultados negativos, como aumento da desigualdade social, baixa efetividade das políticas, desperdício de recursos públicos e descontentamento da população (BRUNDELL-FREIJ, JONSSON, 2009). Por isso, é fundamental que as políticas públicas sejam elaboradas com base em dados e informações precisas sobre as necessidades, demandas e comportamentos do público, para que possam atingir seus objetivos de forma eficaz e com o mínimo de impacto negativo possível ( FUNG, 2006; NEWMAN et al, 2004).

## 1.2 TNC E CONGESTIONAMENTO

Os serviços de *ride-hailing*, também conhecidos como TNCs (*transportation network companies*), são plataformas de caronas, como Uber e Lyft, que se tornaram

populares em todo o mundo por oferecerem uma forma fácil e conveniente de se locomover. No entanto, há um intenso debate sobre o papel dessas empresas na mobilidade urbana e como elas afetam o trânsito nas cidades (DHANORKAR, BURTCHE, 2021).

Diao et al. (2021) conduziram uma análise considerando o impacto líquido das TNCs na mobilidade urbana nos Estados Unidos, utilizando dados estatísticos das áreas metropolitanas (MSA). Os resultados mostraram que a entrada das TNCs levou a um aumento do congestionamento em termos de intensidade (em 0,9%) e duração (em 4,5%), além de uma queda de 8,9% no uso do transporte público.

Na Califórnia, Dhanorkar e Burtch (2021), obtiveram resultados semelhantes. No entanto, há evidências de efeito de *pooling* (redução do tráfego) durante os dias úteis, mas elevação dos níveis de congestionamento nos fins de semana. Esse efeito é ainda mais acentuado em áreas com alta densidade populacional e em estradas internas.

Apesar do impacto incerto do serviço de *ride-hailing* na mobilidade urbana, o rápido crescimento das viagens por meio do serviço inegável. Devido a este crescimento e às possíveis externalidades negativas (como congestionamento de tráfego), várias autoridades municipais estão planejando ou já implementaram impostos de congestionamento para regular o serviço de *ride-hailing*, especialmente na área central das cidades (ZHAO ET AL., 2020; LEHE ET AL., 2021). Por exemplo, Nova York começou a cobrar uma taxa adicional por viagem para viagens de *ride-hailing* que começam ou terminam dentro da zona central da cidade em 1º de janeiro de 2019. Chicago adotou um novo imposto de congestionamento direcionado para o serviço de *ride-hailing* desde 6 de janeiro de 2020, que impõe taxas adicionais por viagem com base no fato de ser compartilhada e se começa ou termina dentro da área central da cidade. As taxas arrecadadas pelas TNCs são então usadas para financiar melhorias de transporte na cidade, como transporte público e projetos de infraestrutura (ZHAO ET AL., 2020).

No Brasil, a regulamentação desses novos serviços de mobilidade ainda está em estágio inicial. Em algumas cidades, como Rio de Janeiro, Fortaleza e São José dos Campos, as leis que regulamentam esses novos serviços estabelecem a cobrança de

impostos e taxas de exploração intensiva do espaço público, sendo a arrecadação destinada aos fundos de financiamento de mobilidade urbana. Tais medidas são relevantes, pois fortalecem o reconhecimento que o uso intensivo do transporte individual, ainda que compartilhado, tem impacto nos deslocamentos urbanos como um todo.

O objetivo desta dissertação é compreender como a aceitação de uma taxa de congestionamento para serviços de *ride-hailing* varia entre usuários de serviços de carona e a população em geral em áreas urbanas. A proposta de taxação parte do princípio de que esse serviço ainda não é regulamentado no Brasil e traz congestionamentos em alguns polos geradores de viagens em centros urbanos. A pesquisa busca investigar a opinião dos usuários de serviços de carona e da população em geral sobre a criação de uma taxa de congestionamento para esse tipo de serviço, com o objetivo de entender quais são os fatores que influenciam a aceitação ou a rejeição da medida.

A pesquisa pode contribuir para o debate sobre a regulação do serviço de *ride-hailing* no Brasil e para o desenvolvimento de políticas públicas que visem a redução do tráfego e do congestionamento em áreas urbanas. A identificação dos fatores que contribuem para a aceitação ou não da taxa de congestionamento para serviços de *ride-hailing* pode direcionar formuladores de políticas públicas para desenvolver estratégias para lidar com os problemas de tráfego e congestionamento nas áreas urbanas, incluindo a regulamentação do serviço de *ride-hailing* e a implementação de políticas de taxação. Além disso, a pesquisa pode ajudar a entender como a população em geral e os usuários do serviço de *ride-hailing* percebem os impactos do tráfego e do congestionamento nas áreas urbanas, o que pode ser útil para conscientização pública e engajamento em ações para melhorar o transporte e reduzir o congestionamento.

### 1.3 PROBLEMA DE PESQUISA E HIPÓTESES

A pergunta de pesquisa centraliza-se na compreensão da aceitação da taxa de congestionamento, busca-se compreender as diferentes percepções e atitudes em relação à taxa, possibilitando a comparação e contraste entre os grupos em estudo,

contribuindo para o entendimento das relações entre a população e políticas públicas de transporte urbano.

A partir do problema apresentado tem-se algumas hipóteses:

- A opinião sobre a criação da taxa de congestionamento pode estar relacionada à percepção sobre congestionamentos e impactos.
- A aceitação da taxa de congestionamento pode estar relacionada com o principal modo de locomoção das pessoas.
- A aceitação da taxa de congestionamento pode estar relacionada à frequência de uso do serviço de *ride-hailing*.

#### 1.4 OBJETIVOS

Alinhado com o problema de pesquisa apresentado anteriormente, configura-se como objetivo primário da pesquisa:

- Avaliar como diferentes fatores influenciam a aceitação da taxa de congestionamento para serviços de *ride-hailing* em áreas urbanas.

#### 1.5 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação está dividida em cinco capítulos. Após esta introdução, no segundo capítulo é realizada uma revisão da literatura sobre participação social e aceitabilidade de políticas públicas, com foco na área de transporte. Também são apresentados estudos de caso que tratam da implementação de taxas de congestionamento em outras cidades do mundo.

O terceiro capítulo descreve a metodologia utilizada na pesquisa, desde a elaboração do questionário até a análise dos dados. Também são apresentadas as ferramentas utilizadas para a coleta e análise dos dados.

No quarto capítulo são apresentados os resultados da pesquisa, incluindo a caracterização da amostra, as principais respostas do questionário e a análise dos dados utilizando o modelo de árvore de decisão.

Por fim, o quinto capítulo apresenta as principais conclusões do estudo, incluindo uma discussão sobre a importância da participação social na elaboração de políticas públicas efetivas e a possível aplicação da taxa de congestionamento para o transporte por aplicativo. Também são apresentadas as limitações do estudo e possibilidades de pesquisas futuras.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão de literatura apresentada neste capítulo tem como objetivo apresentar os conceitos de participação social e aceitabilidade de políticas públicas que sejam importantes para o desenvolvimento e compreensão desta dissertação. Em primeiro lugar, busca-se resgatar as origens da participação social e entender o engajamento da população na aceitação de políticas públicas. Entende-se que para desenhar políticas públicas efetivas e que atendam às necessidades da população, é fundamental ter um entendimento aprofundado do público-alvo e suas necessidades. Isso porque as políticas públicas são implementadas para resolver problemas sociais, econômicos e ambientais que afetam a população, e, portanto, é necessário entender as características e demandas do público para garantir que essas políticas sejam bem-sucedidas e atinjam seus objetivos.

Como o transporte é definido pela Constituição de 1988 como um direito essencial, as discussões levantadas acerca de sua inclusão na agenda política, em especial quando das manifestações que se iniciaram em 2013 e todo o desenrolar do cenário político que se sucedeu, apresenta-se a aceitabilidade de políticas públicas no transporte no Brasil.

Por fim, como o estudo propõe a criação de um imposto baseado na taxa de congestionamento, apresentam-se resultados da revisão de literatura a respeito da aceitabilidade em diversos casos de estudo. A partir dessa revisão, embasou-se a escolha das perguntas que compuseram o questionário desenvolvido para avaliação da aceitabilidade de cobrança de transporte por aplicativo. Essas referências também servirão como base para análise dos resultados na pesquisa conduzida na dissertação, permitindo a elaboração de um comparativo entre estudos anteriores sobre a aceitabilidade de políticas públicas de transporte.

### **2.1 ACEITABILIDADE DE POLÍTICAS PÚBLICAS E A PARTICIPAÇÃO SOCIAL**

O discurso sobre a participação social tem origens múltiplas e é encontrado em manuais de agências de cooperação internacional, programas de reforma do Estado, políticas de descentralização, governos locais e movimentos sociais, com diferentes hipóteses e abordagens (MILANI, 2008; AVRITZER, 2003). Países como os Estados

Unidos e Grã-Bretanha viveram intensos processos de participação social, com programas e projetos onde a sociedade assumia papel ativo no planejamento, execução, gestão e avaliação das políticas públicas (JACOBI, 2000). No Brasil, este processo tem vigência desde fins dos anos 1980 e início dos anos 1990, coincidindo com a redemocratização política (MILANI, 2008).

A Constituição de 1988 estabeleceu uma série de possibilidades da participação da população nas decisões políticas, seja pela escolha de governantes por meio de voto, seja por meio da apresentação de projetos de leis de iniciativa popular ao parlamento (BRASIL, 1988). Dessa forma, as diretrizes constitucionais de participação, buscaram, por meio da concepção e implementação de mecanismos de participação social, operacionalizar princípios democráticos participativos consagrados na constituição (DAGNINO, 2002; SANTOS E AVRITZER, 2002; JACOBI, 2003).

A gestão participativa é importante pois amplia os direitos políticos, incorporando o direito à participação de cidadãos e organizações da sociedade civil na gestão de políticas públicas (SOUZA, 2005; JACOBI, BARBI, 2007).

Barber (1984) destaca que a participação social pode trazer benefícios como a melhoria dos projetos e planos a partir do ponto de vista dos usuários, demonstrando um compromisso com uma gestão eficiente e transparente. Além disso, a participação social pode melhorar o papel dos agentes envolvidos, aumentando a aceitação geral do projeto, ajudar e melhorar a tomada de decisão em todas as fases e evitar graves problemas que possam atrasar ou anular o projeto. Por fim, a participação social também pode facilitar o desenvolvimento de projetos em fase de elaboração.

O conceito de participação social, no entanto, varia de acordo com a visão de estudiosos: pode ser uma prática que integra pessoas com objetivo de garantir direitos fundamentais (NORI, 2010); um processo complexo que envolve vontades da sociedade civil, Estado e mercado (TEIXEIRA, 2006); resultado da visão global de diferentes indivíduos com diferentes graus de consciência política coletiva para problemas comuns a eles (NOGUEIRA, 2004).

Permitir a tomada de decisões por todas as partes interessadas relevantes, bem como para o público em geral interessado, promoveria a legitimidade dessas decisões

porque a confiança gerada entre os participantes aumentaria a probabilidade de compreensão mútua e decisões aceitas por todos os participantes (JACOBI, 2000, 2003). Quando a população é envolvida no processo de elaboração de políticas públicas, ela se sente mais ouvida e valorizada, o que pode aumentar a confiança na administração pública e nas políticas implementadas (DRESNER, DUNNE, CLINCH & BEUERMANN, 2006; KALLBEKKEN & SÆLEN, 2011). Além disso, a participação social pode levar a uma maior transparência e prestação de contas, o que pode ajudar a reduzir a percepção de corrupção e aumentar a confiança na administração pública (ASSIS et al., 1995).

A identificação dos espaços e processos de participação é outra condição fundamental para compreender as limitações e anseios da sociedade civil organizada, bem como o tipo de contribuição preterida para a implementação de políticas (MILANI, 2008). Os diferentes níveis de participação estão associados, também, a diferentes fases de tomada de decisão, sobretudo quando tal participação se correlaciona com problemas considerados complexos, ou de difícil solução (VEIGA, 2007).

A experiência brasileira em métodos de participação da sociedade em decisões políticas é amplamente reconhecida internacionalmente como um exemplo de inovação, em especial a experiência do orçamento participativo (SINTOMER, 2012).

Adotar a gestão participativa pode ser visto como uma ferramenta para envolver a população nas decisões sobre o uso do espaço público, o transporte urbano e a implementação de infraestrutura adequada para garantir direito à cidade para todos os cidadãos.

## 2.2 A PARTICIPAÇÃO SOCIAL NA MOBILIDADE URBANA NO BRASIL

Os protestos e reivindicações populares do início dos anos 2010 evidenciaram como o debate sobre mobilidade e transporte público ganharam espaço na sociedade brasileira (HASZ E NIGRI, 2015). As manifestações sociais simbolizam o anseio da população para ver as normas jurídicas saírem do papel. Reivindicações como essas, que continuam recorrentes nas cidades, podem ser interpretadas como o reflexo da divergência entre as políticas escritas e a realidade administrativa e jurídica (MAIA, 2015).

Diante disso, destaca-se a necessidade de se investir em instrumentos de participação social que permitam a construção conjunta de políticas públicas que atendam às necessidades da população e promovam uma mobilidade urbana mais justa e eficiente. Nesse sentido, as audiências públicas podem ser um importante meio para se alcançar esses objetivos.

Os trabalhos de Maia (2015) destacam a importância das audiências públicas como instrumentos de participação social no planejamento da mobilidade urbana. No entanto, a comparação entre reivindicações da população e documentos decisivos do Plano de Outorgas do Distrito Federal mostraram que os problemas mais graves não são atendidos pela proposta de reformulação do sistema de transporte da cidade. Apesar disso, a legislação brasileira tem passado por alterações importantes nos últimos anos em relação ao transporte público, como destaca Carvalho (2016).

Dentre as mudanças, pode-se citar inicialmente a criação do Estatuto da Cidade, em vigor desde 2001, onde se estabeleceu que as cidades com mais de 500 mil habitantes deveriam ter um plano de transporte urbano integrado, compatível com o Plano Diretor, reconhecendo o transporte como um atributo das cidades e que o acesso aos bens e serviços é um grande objetivo a ser alcançado de forma eficiente para todos os cidadãos.

A partir do suporte do Ministério das Cidades para a elaboração de planos de mobilidade, houve a produção de inúmeros planos municipais de mobilidade e, no ano de 2012, a promulgação da Lei nº 12.587/2012, que, ao instituir a Política Nacional de Mobilidade Urbana, conferiu segurança jurídica para a implementação de políticas que priorizam os serviços de transporte público coletivo sobre o transporte individual motorizado (CARVALHO, 2016). Além disso, a Política, junto com o Estatuto da Cidade, trouxe previsões expressas de instâncias de participação popular, como audiências e consultas públicas e conselhos, além de fixar o princípio de que a cidade deve ser gerida democraticamente (BRASIL, 2012).

A participação social na mobilidade urbana deve abranger não só a participação nas decisões relacionadas a tarifas e ampliação da malha viária, mas também em outras políticas públicas que impactam a mobilidade urbana, como a taxação por congestionamento. Essa medida tem como objetivo reduzir o tráfego de veículos nas

áreas centrais das cidades e incentivar o uso de modos de transporte mais sustentáveis, como o transporte público, a bicicleta e a caminhada.

Apesar de ser recorrente tema de discussão em outros países, no Brasil, as políticas de taxaço de uso viário urbano se concentram na cobrança de pedágios em vias expressas (OLIVEIRA, ALMEIDA, 2013). O pedágio urbano como forma de compensação pelas externalidades negativas do uso intensivo do transporte individual, embora previsto na PNMU, ainda não foi implantado. No entanto, estudos de casos nacionais apontam que, além da melhoria na qualidade de vida nos centros urbanos, o pedágio urbano pode solucionar a falta de recursos para investimentos no transporte público (COSTA, 2007, LUCAS JUNIOR, CAMPOS, 2009, OLIVEIRA, ALMEIDA, 2013).

É importante que a população tenha voz nesse processo decisório e possa contribuir para a definição de políticas que atendam às suas necessidades e demandas, levando em conta o impacto ambiental e social das mesmas. A seguir, serão apresentados os resultados da revisão quanto à aceitabilidade de políticas de taxaço de congestionamento.

### 2.3 ACEITABILIDADE DE POLÍTICAS DE TAXAÇÃO POR CONGESTIONAMENTO E PEDÁGIO URBANO

Uma taxaço por congestionamento é uma cobrança aos veículos que entram em uma área designada durante os horários de pico do tráfego. O objetivo de uma taxa de congestionamento é desencorajar as pessoas a dirigir em áreas onde já existe um alto nível de tráfego, a fim de reduzir o número de veículos nas estradas e aliviar o congestionamento (SMALL E GOMEZ-IBANEZ, 1998).

Diferentes modelos de taxaço de congestionamento incluem: preço baseado na área, tarifação por hora do dia, preço baseado na distância e tarifação rodoviária. Londres e Estocolmo usam o modelo de preço baseado na área, Cingapura e Milão usam o modelo de tarifação por hora do dia, Cingapura é usado o modelo de preço baseado na distância, enquanto Noruega e Holanda usam o modelo de tarifação rodoviária (SELMOUNE et al. 2020).

A eficácia das taxas de congestionamento na redução do congestionamento do tráfego e na melhoria da qualidade do ar ainda é um tema de debate. Alguns estudos descobriram que as taxas de congestionamento podem ser eficazes na redução do congestionamento do tráfego, enquanto outros encontraram resultados mistos (PAULLEY, 2002). No entanto, apesar de argumentos pró-fundamentados e apoio teórico convincente, essa prática não é comum (LANGMYHR, 1999; PAULLEY, 2002).

A introdução de uma cobrança pelo uso viário será inevitavelmente precedida de intenso debate sobre quem ganha e quem perde (BEESLEY, 1973). As principais oposições à prática surgem da dúvida sobre seus efeitos no bem-estar individual.

A aceitabilidade pública é amplamente considerada a única barreira remanescente significativa para a ampla implementação da cobrança pelo uso viário (GU, LIU, et al., 2018). As objeções comuns à taxa são que ela envolve pagar por algo que antes era gratuito, constitui dupla tributação, pode prejudicar negócios nas áreas afetadas e é desigual (LINDSEY, 2009).

Vários estudos abordam a cobrança pelo uso viário e a aceitação da prática sob aspectos políticos e públicos. Embora muitos estudos forneçam aspectos teóricos, muito poucos fornecem diretrizes para a implementação, reconhecendo fatores-chave para aumentar a aceitação pública (SELMOUNE et al., 2020). Para conter o problema acima, esta seção apresenta uma revisão dos artigos que fazem referência à aceitabilidade pública da cobrança pelo uso viário, com objetivo de identificar esses fatores, que estão resumidos na Tabela 1.

### **2.3.1 Fatores que influenciam na aceitabilidade pública**

A aceitação pública de taxas de congestionamento pode variar dependendo de uma variedade de fatores, incluindo o desenho específico da taxa, o nível existente de congestionamento de tráfego na área e a disponibilidade de opções alternativas de transporte (GU, LIU, et al., 2018, HAMILTON, ELIASSON, et al., 2014, WAN, SHEN, et al., 2017, SELMOUNE et al., 2020).

Em geral, os impostos de congestionamento têm maior probabilidade de serem aceitos pelo público se forem vistos como justos e equitativos e se as receitas geradas pelo imposto forem usadas para financiar melhorias no transporte ou outros benefícios

públicos (JAENSIRISAK et al. 2005, SELMOUNE et al., 2020). Alguns exemplos incluem: melhorias no transporte público, como ônibus, trens ou metrô, melhorias na infraestrutura, como reparos de estradas e construção de ciclovias, projetos que visam melhorar a qualidade do ar, como instalação de filtros de ar em ônibus e promoção de veículos elétricos, e investimentos em projetos que beneficiam a comunidade, como parques, centros comunitários e instalações culturais. Esses investimentos específicos que são mais significativos para aumentar a aceitabilidade pública da taxa por congestionamento, bem como a aceitabilidade por si só, podem variar dependendo do contexto específico e das necessidades e prioridades da comunidade.

Existem várias características da população que está sendo pesquisada que podem ser relevantes na determinação da aceitação pública de taxas de congestionamento. Algumas dessas características incluem:

#### *2.3.1.1 Fatores demográficos*

Idade, gênero, nível de renda, nível de educação e modo de transporte usado podem influenciar a aceitação pública de taxas de congestionamento. Por exemplo, indivíduos mais jovens, mais ricos e mais educados podem ser mais propensos a apoiar os impostos de congestionamento, enquanto indivíduos mais velhos, mais pobres e menos educados podem ser menos propensos a apoiá-los.

Vários autores identificam a variação do nível de aceitabilidade de acordo com fatores socioeconômicos, como renda, idade, nível de escolaridade, frequência e modo de transporte usados, avaliação e disponibilidade de modos alternativos, distância casa-trabalho. No entanto, o impacto dessas variáveis na aceitabilidade ainda é menor do que variáveis comportamentais (HAMILTON, ELIASSON, et al., 2014, JAENSIRISAK, WARDMAN, et al., 2005).

#### *2.3.1.2 Percepção de justiça*

A aceitação pública de taxas de congestionamento pode ser influenciada pela percepção de justiça do imposto. Por exemplo, se o imposto for percebido como afetando desproporcionalmente certos grupos, como indivíduos de baixa renda ou aqueles que dependem de carros para transporte, pode ser menos provável que seja

aceito. A literatura revela opiniões variadas do efeito dessa taxaço na equidade, mas que depende dos padrões de deslocamentos das cidades. Nas cidades onde os grupos de alta renda fazem maior uso do transporte individual, especialmente nas áreas e horários onde estão localizadas as cobranças, pode-se esperar que esse efeito seja progressivo (ELIASSON E MATTSSON, 2006; FRANKLIN, ELIASSON E KARLSTRÖM, 2010; KARLSTRÖM E FRANKLIN, 2009). Por outro lado, se houver pequenas diferenças nos padrões de viagem entre os grupos de baixa e alta renda, pode-se esperar que a cobrança tenha efeito regressivo, ou seja, os grupos de baixa renda irão comprometer uma parcela maior de sua renda (ARNOTT, DE PALMA, & LINDSEY, 1994; GIULIANO, 1992; SMALL, 1983, 1992). O uso da receita é apontado como fator decisório para a avaliação da equidade no pagamento da cobrança (DE PALMA E LINDSEY, 2004; ELIASSON E MATTSSON, 2006; SANTOS E ROJEY, 2004).

#### *2.3.1.3 Percepção da mobilidade urbana*

Indivíduos que priorizam preocupações ambientais, como qualidade do ar e mudanças climáticas, podem ser mais propensos a apoiar impostos sobre congestionamento. Por outro lado, indivíduos que priorizam conveniência e mobilidade pessoal podem ser menos propensos a apoiar taxas de congestionamento.

Embora os principais benefícios sociais da redução de congestionamento estejam relacionados ao ganho de tempo, as melhorias ambientais associadas a ele podem ser ainda mais influentes no que diz respeito à aceitabilidade. Eliasson e Jonsson (2011) mostraram que uma imagem sustentável era um dos determinantes mais influentes da atitude em relação à cobrança de taxas de congestionamento em Estocolmo, e Jaensirisak et al. (2005) descobriram que a capacidade para gerar melhorias ambientais substanciais era mais importante para a aceitabilidade do que a capacidade para redução de congestionamento. A pesquisa conduzida por Hamilton (2014) também revelou que a preocupação ambiental é um dos fatores que produzem avaliação positiva de uma política de cobrança de uso viário.

#### *2.3.1.4 Esquema de cobrança*

O desenho do esquema de cobrança tem influência na aceitabilidade. Cenários onde havia limitação da taxação às áreas centrais nos horários de pico encontravam mais apoiadores do que regimes de cobrança contínua (BÖRJESSON ET AL., 2012; JAENSIRISAK ET AL., 2005; SELMOUNE ET AL., 2020, 2018).

### 2.3.1.5 Confiança nas instituições de governo

Hamilton et al. (2014) aponta a confiança nas instituições de governo como um possível fator possível de influenciar o apoio popular às medidas de taxação do uso viário. Em geral, esse ceticismo pode ser causado pela dúvida quanto à capacidade do governo de projetar e gerenciar um sistema desse tipo ou usar as receitas com eficiência (DRESNER, DUNNE, CLINCH & BEUERMANN, 2006; KALLBEKKEN & SÆLEN, 2011). Também pode estar associado a uma aversão mais fundamental às intervenções públicas em geral (HAMILTON, ELIASSON, et al., 2014).

A tabela a seguir resume os fatores identificados com a revisão e que orientaram a formulação das perguntas do questionário. Semelhante ao que foi empregado na pesquisa conduzida por Hamilton et al. (2014), a ideia é agrupar as perguntas que refletem a opinião sobre determinado fator para facilitar a exposição e discussão dos resultados.

Tabela 1. Fatores que influenciam na aceitabilidade popular de políticas de taxação de congestionamento.

Fator	Descrição	Referências que citam
Percepção de justiça	A percepção desse fator engloba a destinação dos recursos arrecadados e o esquema de cobrança	Eliasson e Mattsson (2006) ; Franklin, Eliasson e Karlström (2010); Karlström e Franklin (2009); de Palma e Lindsey (2004); Santos e Rojey (2004)
Percepção sobre mobilidade urbana	Esse fator está ligado às melhorias ambientais relacionados à redução da circulação dos veículos (poluição, ruído)	Eliasson e Jonsson (2011); Jaensirisak <i>et al.</i> (2005); Hamilton (2014)
Fatores socioeconômicos	Renda, idade, nível de escolaridade, frequência e modo de transporte usados, avaliação e disponibilidade de modos alternativos, distância casa-trabalho	Hamilton <i>et al.</i> (2014); Jaensirisak <i>et al.</i> (2005)

Esquema de cobrança	Relacionado às características operacionais do esquema de cobrança: área cobrada, horários, gratuidades e descontos	Börjesson <i>et al.</i> (2012); Jaensirisak <i>et al.</i> (2005); Selmoune <i>et al.</i> (2020, 2018)
Confiança no poder público	Relacionado à capacidade do governo de projetar e gerenciar um sistema desse tipo ou usar as receitas com eficiência	Hamilton <i>et al.</i> (2014)

### 3 DADOS E MÉTODOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os dados e métodos utilizados no estudo, bem como relacionar os achados com o que já está descrito na literatura. Busca-se com este estudo, definir os fatores determinantes para a aceitabilidade da criação de taxa de congestionamento para transporte por aplicativo e definir o direcionamento prioritário dos recursos arrecadados.

A metodologia é composta por duas etapas: a elaboração de um questionário de preferência declarada, no qual foram utilizadas as bases encontradas na revisão de literatura para sua elaboração. Em seguida, houve a aplicação de um modelo de árvore de decisão binária para determinar os grupos mais homogêneos em relação à aceitabilidade ou não da proposta. A avaliação dos resultados e determinação dos fatores é analisada no capítulo seguinte.

As etapas que compõem o procedimento metodológico deste trabalho, assim como os dados da pesquisa, são descritas a seguir.

#### 3.1 PREFERÊNCIA DECLARADA

Pesquisas de preferência declarada são frequentemente usadas nas áreas de economia e pesquisa de mercado para coletar informações sobre as preferências do consumidor e para informar estratégias de marketing e desenvolvimento de produtos (LOUVIERE, 1988). Podem ser usadas no campo da política pública para avaliar a eficácia de diferentes opções políticas ou para coletar informações sobre as preferências dos cidadãos ou partes interessadas (PUJIATI et al., 2019).

No geral, as pesquisas de preferência declarada são uma ferramenta útil para coletar informações sobre as preferências e escolhas das pessoas e podem ajudar a informar a tomada de decisões em vários contextos (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). No entanto, é importante reconhecer as limitações desse tipo de pesquisa e considerar outras fontes de informação na tomada de decisões (BROWN, 2003). Os resultados de uma pesquisa de preferência declarada podem não refletir necessariamente as escolhas ou comportamentos reais dos indivíduos no mundo real (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). Isso ocorre porque as preferências declaradas das pessoas nem sempre se alinham com suas preferências ou comportamentos reais, ou ainda, podem

estar sujeitas a viés de resposta, que é a tendência dos participantes de dar respostas que acreditam ser esperadas ou desejadas, em vez de suas verdadeiras preferências (BROWN, 2003).

### **3.1.1 Elaboração dos questionários**

O questionário foi elaborado a partir da revisão bibliográfica, considerando-se: as características socioeconômicas do usuário, como gênero, idade e nível de escolaridade; o modo de transporte utilizado na viagem principal; e a avaliação do transporte público na cidade de residência do respondente.

Para a percepção sobre a aceitação da taxa dos aplicativos de transporte como compensação para as externalidades causadas pelos serviços, principalmente em relação a congestionamentos e qualidade de transporte público. Para captar essa percepção, utilizou-se a escala de Likert por meio de cinco afirmações que conduziam o respondente à associação entre a causa, consequência e possível solução do problema.

Assim, a proposta da escala Likert é traduzir uma cadeia de pensamentos preferenciais a respeito de uma situação real ou hipotética. Os participantes são conduzidos a expressar seu nível de concordância (de “concordo totalmente” a “discordo totalmente”) com alguma afirmação proposta de acordo com uma escala métrica.

Considerando a confiabilidade das respostas dos participantes de uma pesquisa, é provável que a escala de 7 pontos tenha um desempenho melhor em comparação à escala de 5 pontos devido à escolha dos itens na escala definida pelo construto da pesquisa. A escala de 7 pontos oferece mais variedades de opções que, por sua vez, aumentam a probabilidade de atender à realidade objetiva das pessoas. Como uma escala de 7 pontos revela mais descrição sobre o motivo e, portanto, apela praticamente à “racionalidade” dos participantes.

### **3.1.2 Coleta, amostra e tratamento de dados**

Dado o caráter exploratório do questionário optou-se pela amostragem por conveniência, adequada e frequentemente utilizada para geração de hipóteses e insights (Kinneer & Taylor, p. 187; Churchill, p. 301).

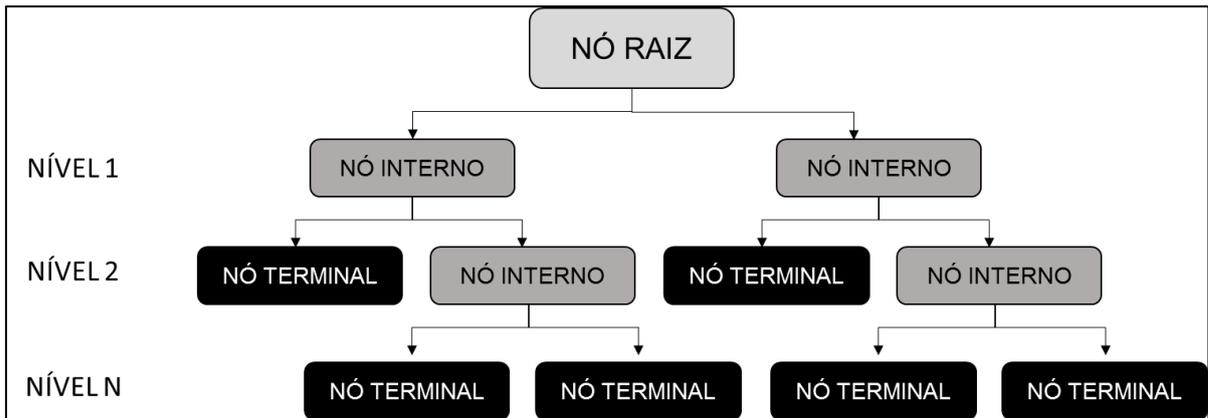
O questionário ficou disponível durante 60 dias e a divulgação ocorreu por meio de grupos de *Whatsapp*, endereços eletrônicos de IES e redes sociais de centros acadêmicos. Durante o período foram obtidas 608 respostas cujas análises sociodemográficas estão a seguir. Após o tratamento das respostas não foram excluídos respondentes, obtendo-se a amostra final com 608 respondentes.

### 3.2 ALGORITMOS DE ÁRVORES DE DECISÃO

Árvores de decisão compõem uma técnica de mineração de dados que podem ser usadas tanto para problemas de classificação (árvores de classificação) quanto para problemas de regressão (árvores de regressão), possuem uma estrutura hierárquica simples, composta por nós e folhas (ROKACH; MAIMON, 2008; BREIMAN et al., 1984; KASS, 1980). Cada nó de uma árvore é gerado após o teste de um atributo em particular e cada folha reúne uma classe. A árvore de decisão classifica as instâncias classificando-as na árvore desde a raiz até alguma folha de determinado nó, o que fornece uma classificação que se aplica a todas as instâncias que chegam àquela mesma folha. A complexidade de uma árvore é dada pelas seguintes métricas: número total de nós, número total de folhas, profundidade da árvore e número de atributos usados. (QUINLAN, 1987; MITCHELL, 1997; WITTEN ET AL., 2011; HSSINA ET AL., 2014; MAIMON E ROKACH, 2014)

Árvores de decisão são estruturas recursivas, formadas a partir de iterações. Isso quer dizer que para iniciar é necessário selecionar um atributo, posicioná-lo no nó-raiz (Figura 1) e dividir um galho para cada valor possível do atributo. Essa divisão separa o conjunto de dados inicial em conjuntos menores, um para cada valor do atributo. Esse processo pode ser repetido para cada galho, mas utilizando apenas as instâncias presentes naquele galho. Quando as instâncias em um nó possuem a mesma classificação, aquela parte da árvore para de crescer (WITTEN et al., 2011).

Figura 1. Estrutura de uma árvore de decisão.



Existem vários métodos para a criação de árvores de decisão e a principal diferença entre eles é o método para determinar o atributo que produz a melhor divisão dos dados do conjunto. Cada algoritmo de árvore de decisão seleciona de forma diferente o atributo para dividir um nó à medida que se desenvolve a árvore.

A metodologia para desenvolvimento da árvore nesta dissertação é a mesma aplicada por Oliveira et al. (2022) na análise de previsões de volume de tráfego em projetos de infraestrutura de transportes. O algoritmo utilizado é o DecisionTreeClassifier, implementado na biblioteca *scikit-learn* em Python e pode ser ajustado para lidar com diferentes tipos de dados, como categóricos, numéricos e binários.

A medida utilizada para a divisão de nós no DecisionTreeClassifier foi a entropia. O processo de divisão por entropia funciona da seguinte forma: o algoritmo seleciona a característica que melhor separa os exemplos em relação à variável de destino, de acordo com a entropia. A entropia do conjunto antes da divisão é calculada e, em seguida, a entropia de cada subconjunto criado pela divisão é calculada. A entropia é reduzida quando a divisão é feita de forma que os subconjuntos sejam mais homogêneos em relação à variável de destino. Isso significa que a entropia do conjunto após a divisão deve ser menor do que a entropia do conjunto antes da divisão. O processo é repetido recursivamente para os subconjuntos resultantes da divisão, até que todas as amostras em cada ramo sejam da mesma classe ou até que o algoritmo atinja um critério de parada definido, como uma profundidade máxima da árvore ou um número mínimo de amostras em um nó (MAIMON E ROKACH, 2014).

A árvore de decisão treinada pode ser excessivamente complexa e, portanto, sobreajustada aos dados de treinamento. Para evitar o sobreajuste (*overfitting*), a poda (*pruning*) pode ser usada para remover os ramos menos importantes da árvore. O *pruning* é um processo que envolve a retirada dos ramos menos importantes da árvore para reduzir sua complexidade e melhorar sua capacidade de generalização (GHIASI ET AL., 2020). Existem dois tipos de *pruning*: o *pruning* pré-*pruning*, onde o processo de divisão é interrompido antes que a árvore fique muito profunda e o *pruning* pós-*pruning*, onde a árvore é podada após o treinamento (MAIMON E ROKACH, 2014).

No modelo utilizado para o estudo desenvolvido, o procedimento de poda de profundidade máxima, adotando uma abordagem de tentativa e erro assim como sugerido por Ghiasi et al. (2020). Os comprimentos variaram de 1 a 24 nós.

Para avaliar a precisão do modelo em diferentes profundidades da árvore, foi utilizada a validação cruzada. A técnica consiste em dividir o conjunto de dados em k subconjuntos, onde cada subconjunto é usado como conjunto de validação e os k-1 subconjuntos restantes são usados para treinamento (WITTEN et al., 2011). Esse processo é repetido k vezes, e a média dos resultados é usada para avaliar o desempenho do modelo.

Por fim, a análise das variáveis explicativas é baseada na sua importância para o modelo. Breiman et al. (1984) propuseram o método de Importância Derivada ou Medida de Importância Variável (VIM), que é amplamente utilizado para avaliar a importância das variáveis explicativas em árvores de decisão. O VIM é calculado como a redução média na impureza (medida de entropia) ponderada pelo número de observações em cada nó que utiliza a variável em questão para fazer uma divisão na árvore. O método é utilizado nesta pesquisa a fim de hierarquizar as variáveis explicativas de acordo com sua importância na tomada de decisão do modelo.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar os resultados da pesquisa sobre a aceitabilidade de taxação de serviços por aplicativo, daqui em diante denominada apenas aceitabilidade. Inicialmente, é realizada uma caracterização da amostra, abordando informações como idade, gênero, escolaridade, percepção sobre transporte público, uso serviços de aplicativo, bem como percepção sobre a influência de congestionamentos sobre a qualidade do serviço de transporte público.

Em seguida, é apresentada uma visão geral dos resultados obtidos na pesquisa, destacando a proporção de respondentes que concordam ou discordam com a taxação desses serviços.

O principal foco deste capítulo é a apresentação dos resultados do modelo de árvore de decisão gerado pelo algoritmo desenvolvido em Python, já apresentado no capítulo anterior. São destacadas as pontuações mais importantes na árvore, bem como as regras de divisão que indicam quais variáveis têm maior influência na aceitabilidade da taxação.

Os resultados da poda da árvore são apresentados, mostrando que foi possível obter um modelo com profundidade ideal e alta acurácia tanto no set de treinamento quanto no set de teste. Por fim, são apresentadas as conclusões a partir dos resultados obtidos, destacando as principais contribuições da pesquisa para a área de políticas públicas e mobilidade urbana.

### 4.1 VISÃO GERAL SOBRE OS RESULTADOS OBTIDOS

A Tabela 2 apresenta algumas informações a respeito das variáveis de entrada utilizadas para o modelo.

Tabela 2. Variáveis de entrada utilizadas para o modelo.

Nº	Variável	Descrição	Frequência/estatísticas
1	Gênero	Gênero do respondente	Feminino (43,4%) Masculino (56,6%)
2	Idade	Idade do respondente	Menos que 20 anos (0,49%) Entre 20 e 24 anos (17,76%) Entre 25 e 29 anos (40,30%) Entre 30 e 34 anos (20,56%) Entre 35 e 39 anos (7,07%) Entre 40 e 44 anos (0,66%) Entre 45 e 49 anos (3,29%) Entre 50 e 54 anos (4,28%) Entre 55 e 59 anos (2,80%) Entre 60 e 64 anos (0,99%) 65 ou mais (1,81%)
3	Escolaridade	Grau de instrução do respondente	Superior (79,1%) Médio (20,9%)
4	Modo de transporte	Modo de transporte principal do respondente	
5	Frequência de uso de <i>ride-hailing</i>	Frequência com que o respondente utiliza os serviços de <i>ride-hailing</i>	
6	Avaliação do transporte público	Como o respondente avalia o transporte público na cidade em que reside	Valor Máx: 6 Valor Mín: 1. Média: 3,24 Desv.Padrão: 1,20
7	Percepção sobre a qualidade do TP	Percepção do respondente sobre o efeito do congestionamento na qualidade do transporte público	Valor Máx: 7 Valor Mín: 1. Média: 5,11 Desv.Padrão: 1,86
8	Aceitabilidade	Grau de aceitação da taxa de serviços de <i>ride-hailing</i> por congestionamento	Valor Máx: 7 Valor Mín: 1. Média: 3,93 Desv.Padrão: 2,18

Como variável de saída (classe) foi escolhida a aceitabilidade. A variável foi expressa como nominal com três classes – NÃO (aceitabilidade < 4,0), para os respondentes que não têm intenção de aceitar, SIM (aceitabilidade >4,0), para os respondentes que possuem intenção de aceitar e NEUTRO (aceitabilidade = 4). Desta forma, a variável

de saída apresentada coloca o problema acima mencionado em problema de classificação.

## 4.2 PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO DOS RESPONDENTES

A pesquisa contou com a participação de 608 pessoas, sendo 344 do gênero masculino e 264 do feminino, representando 56,6% e 43,4% do total, respectivamente.

A faixa etária mais representativa foi a de 20 a 34 anos, com distribuição equilibrada entre os gêneros. Dentro dessa faixa, a maioria das respostas concentrou-se entre 25 e 29 anos, totalizando 40,3% das respostas, conforme apresentado na tabela a seguir. Para efeitos de inserção dos dados no algoritmo para cada faixa etária foi atribuído um número de ordem, seguindo a ordem crescente. Assim, a variável idade foi tratada como uma variável numérica pelo código.

Tabela 3. Perfil dos respondentes quanto à faixa etária.

<b>Idade</b>	<b>Ordem</b>	<b>Qtde respostas.</b>	<b>% da amostra</b>	<b>Média da aceitabilidade</b>
Menos que 20 anos	1	3	0,49%	3,00
Entre 20 e 24 anos	1	108	17,76%	2,91
Entre 25 e 29 anos	2	245	40,30%	4,41
Entre 30 e 34 anos	3	125	20,56%	4,14
Entre 35 e 39 anos	4	43	7,07%	3,02
Entre 40 e 44 anos	5	4	0,66%	2,00
Entre 45 e 49 anos	5	20	3,29%	2,50
Entre 50 e 54 anos	6	26	4,28%	4,31
Entre 55 e 59 anos	7	17	2,80%	5,12
Entre 60 e 64 anos	7	6	0,99%	4,00
65 ou mais	7	11	1,81%	5,45

Quanto ao grau de escolaridade, a amostra apresentou uma concentração de 481 respondentes com Ensino Superior completo, seguido por 121 com Ensino Superior incompleto e apenas 6 com Ensino Médio completo.

O transporte motorizado individual foi o mais utilizado, seja como motorista ou carona, totalizando 53% dos respondentes, enquanto 7% utilizam serviços de aplicativos de transporte em suas viagens principais, conforme apresenta a tabela a seguir. O transporte público e não motorizado somaram 242 respondentes, cerca de 40% da amostra.

Tabela 4. Distribuição do principal modo de transporte na amostra.

<b>Modo principal</b>	<b>Qtde de respostas.</b>	<b>% da amostra</b>	<b>Média de aceitabilidade</b>
Automóvel (como motorista)	262	43,09%	4,18
Metrô	54	8,88%	3,94
Aplicativo (Uber, 99Pop, outro)	44	7,24%	2,39
Ônibus	134	22,04%	4,12
Automóvel (como carona)	41	6,74%	2,32
A pé	34	5,59%	4,79
Motocicleta	19	3,13%	2,47
Bicicleta	15	2,47%	6,33
Trem	5	0,82%	5,00

Considerando a limitação do algoritmo de árvore de decisão para trabalhar com variáveis categóricas. Optou-se por criar variáveis binárias (*dummies*) para identificar o modo principal de transporte na base de dados. Assim, foram criados dois grupos a partir da variável de modo de transporte: uma que identifica pessoas que utilizam modo de transporte individual (próprio ou carona) e uma que identifica usuários de transporte público ou transporte ativo.

#### 4.3 USO DOS SERVIÇOS DE *RIDE-HAILING* NA AMOSTRA

Dentre a amostra analisada, o uso do serviço de transporte por aplicativo se destacou especialmente entre as pessoas que o utilizam mensalmente ou semanalmente, correspondendo a cerca de um terço da amostra cada. Já as pessoas que utilizam o serviço diariamente representam apenas cerca de 6% da amostra, enquanto aquelas que não utilizam ou utilizam com frequência não declarada correspondem a cerca de 20% da amostra.

Tabela 5. Frequência do uso de serviços de *ride-hailing* na amostra.

<b>Uso de <i>ride-hailing</i></b>	<b>Qtde. de respostas</b>	<b>% da amostra</b>
Não utilizo	76	12,5%
Outro	67	11,0%
Mensalmente	233	38,3%
Semanalmente	195	32,1%
Diariamente	37	6,1%

Esses resultados indicam que o uso dos serviços de transporte por aplicativo é relativamente comum entre os participantes da pesquisa, mas é mais frequente entre aqueles que os utilizam com menor frequência, como mensal ou semanalmente. Por outro lado, aqueles que usam o serviço diariamente representam uma parcela significativamente menor da amostra. Além disso, uma parcela não insignificante dos participantes não utiliza ou declarou frequência não listada de uso do serviço.

#### 4.4 PERCEPÇÃO DOS RESPONDENTES SOBRE CONGESTIONAMENTO E ACEITABILIDADE DE TAXAÇÃO DO TRANSPORTE POR APLICATIVO

##### 4.4.1 Avaliação da qualidade do transporte público na cidade em que reside

O transporte público, por sua importância e seu enquadramento como serviço público, coube a todos avaliar, sendo permitida a opinião mesmo daqueles que nunca o utilizaram ou que têm pouca experiência de uso. Isto se deve ao fato de se tratar de uma pesquisa de percepção e não de satisfação. O foco não é a opinião do usuário, mas do cidadão, ainda mais se tratando de um serviço público

Considerando toda a amostra, a média de avaliação da qualidade do serviço de transporte público na cidade de residência dos respondentes é 3,24, o que pode indicar que há espaço para melhorias no serviço. Notavelmente, 56 pessoas classificaram o serviço com a nota mínima, o que sugere insatisfação. Nenhum respondente, porém, classificou o serviço com nota máxima.

Tabela 6. Avaliação da qualidade do Transporte Público na amostra.

<b>Avaliação da qualidade do TP</b>	<b>Qtde. de respostas</b>	<b>% da amostra</b>
1	56	9,21%
2	98	16,12%
3	200	32,89%
4	168	27,63%
5	71	11,68%
6	15	2,47%
7	0	0,00%

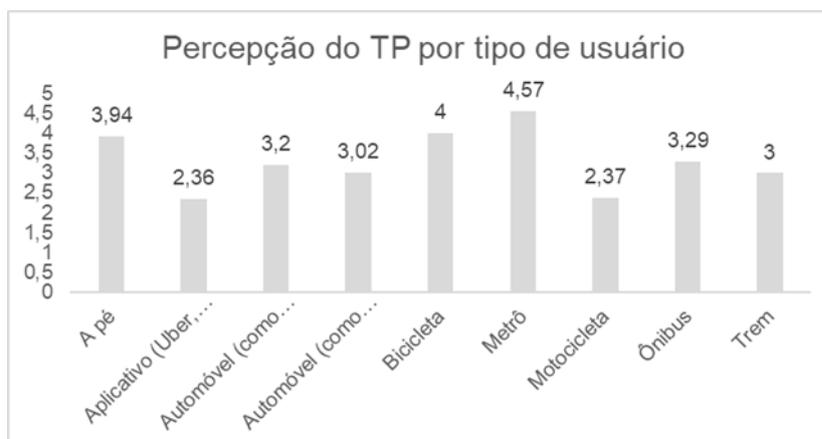
Os respondentes que declararam utilizar o transporte público como sua principal forma de deslocamento tiveram uma média de avaliação mais alta, com valor de 3,64. Essa percepção mais positiva pode estar relacionada à maior familiaridade dos usuários com o serviço, o que lhes permite avaliar de maneira mais precisa suas qualidades e defeitos.

Já os usuários de aplicativo, que avaliaram o transporte público com média de 2,36, podem ter uma percepção mais negativa do serviço por compará-lo com a comodidade e eficiência que encontram no uso dos aplicativos.

Os usuários de transporte motorizado individual, com média de avaliação de 3,00, podem ter uma avaliação menos positiva do transporte público por considerarem que o serviço não é tão rápido ou conveniente quanto o uso do próprio veículo.

Por outro lado, os usuários de bicicleta ou pedestres, que avaliaram o transporte público com média de 3,96, podem ter uma percepção mais positiva do serviço, já que podem utilizá-lo como complemento em seus deslocamentos e se beneficiar de uma maior disponibilidade de rotas e horários.

Figura 2. Percepção da qualidade do Transporte Público por tipo de usuário.



#### 4.4.2 Percepção sobre o congestionamento na qualidade do serviço do transporte público

Considerando toda a amostra, a média da percepção sobre o impacto e congestionamento na qualidade do serviço do transporte público é 5,11. 32 (5,26%) pessoas discordam totalmente sobre a relação entre congestionamento e qualidade do serviço e 191 (31,41%) respondentes concordam totalmente com essa relação.

Tabela 7. Distribuição da percepção entre congestionamento e qualidade do Transporte Público.

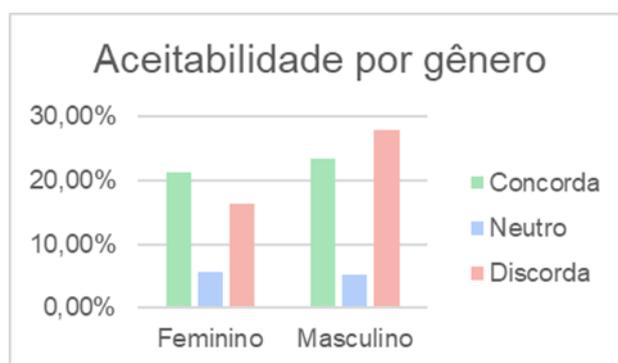
Percepção entre congestionamento e qualidade no TP	Classe	Qtde de respostas	% da amostras
1	Não	32	5,26%
2	Não	44	7,24%
3	Não	59	9,70%
4	Neutro	65	10,69%
5	Sim	88	14,47%
6	Sim	129	21,22%
7	Sim	191	31,41%

Dentro do algoritmo, a variável foi expressa como categórica com três classes – NÃO (aceitabilidade < 4,0), para os respondentes que não têm intenção de aceitar, SIM (aceitabilidade >4,0), para os respondentes que possuem intenção de aceitar e NEUTRO (aceitabilidade = 4).

#### 4.5 ACEITABILIDADE DE TAXAÇÃO DO TRANSPORTE POR APLICATIVO

Ao analisar a aceitação da criação de uma taxa, foi observado que mulheres tiveram uma média mais alta (4,12) do que homens (3,79).

Figura 3. Divisão por gênero da aceitabilidade de taxação.



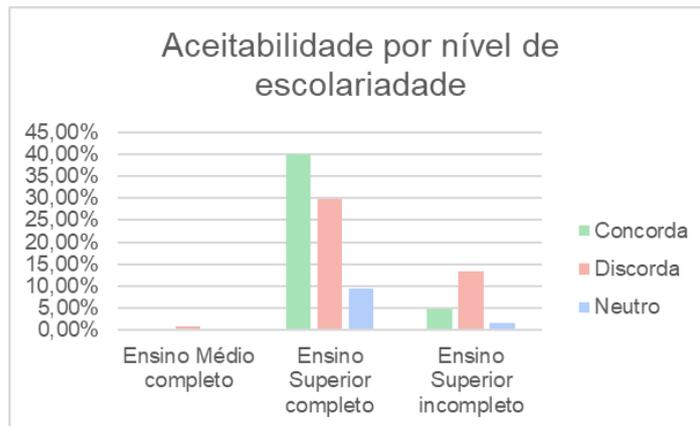
Em relação à idade, pessoas acima de 50 anos marcaram mais próximo do "sim", mas a representatividade da amostra é maior na faixa entre 20 e 34 anos. Dentro dessa faixa etária, quem tem entre 25 e 34 anos foi mais a favor da criação da taxa do que quem tem entre 20 e 24 anos. No entanto, a faixa etária com menor aceitação foi de pessoas entre 40 e 44 anos.

Figura 4. Divisão por faixa etária da aceitabilidade de taxação.



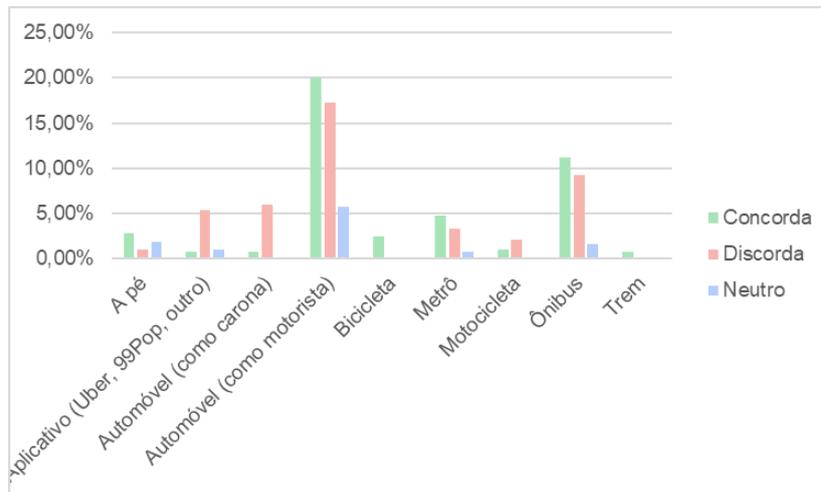
Ao considerar a escolaridade, foi notado que pessoas com ensino superior completo tiveram uma aceitação bem maior em comparação aos grupos de pessoas que não frequentaram ou ainda estão cursando o ensino superior.

Figura 5. Aceitabilidade da criação da taxa por nível de escolaridade.



No que diz respeito ao modo de transporte principal, quem se desloca de bicicleta teve a maior nota (6), enquanto quem usa serviços de aplicativos teve a menor nota. Usuários de transporte público em geral tiveram notas medianas, assim como usuários de automóvel.

Figura 6. Aceitabilidade da criação da taxa por modo principal de transporte.



#### 4.6 RESULTADO DO ALGORITMO DE ÁRVORE DE DECISÃO

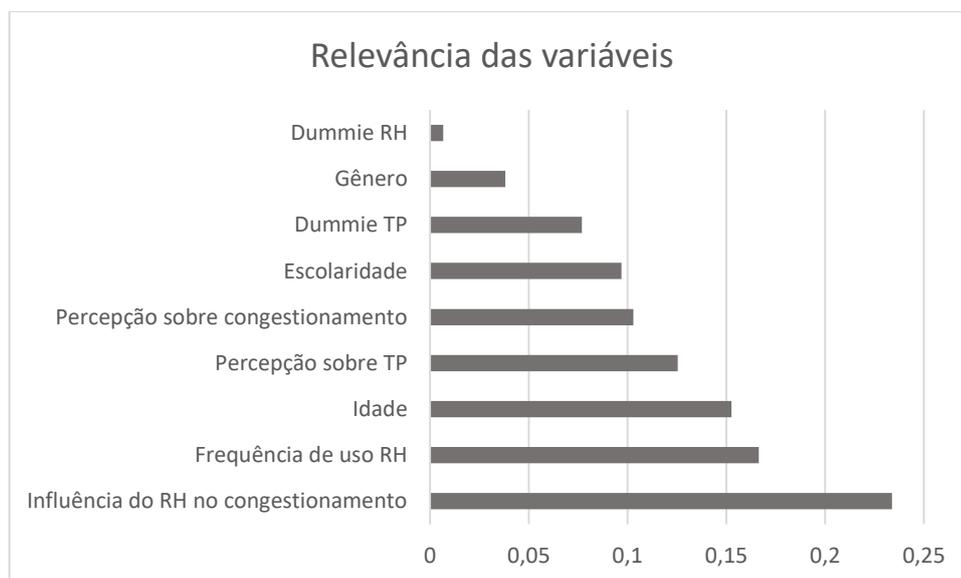
A Figura 7 apresenta o produto da primeira etapa após a inclusão de todas as variáveis independentes no modelo.



A primeira árvore gerada apresenta 13 níveis, sendo que a primeira regra de divisão considera a percepção da influência dos serviços de transporte por aplicativo no congestionamento nas cidades. A partir dessa regra, há duas divisões: a primeira é para pessoas que não percebem ou não concordam com a afirmação de que os serviços de transporte por aplicativo influenciam no congestionamento; a segunda é para pessoas que concordam com essa afirmação, levando à próxima divisão, que considera a influência do tráfego na qualidade do transporte público.

Ao observar os scores que obtiveram maior relevância na árvore de decisão, pode-se constatar que os cinco primeiros dizem respeito à percepção de congestionamento, à percepção sobre a qualidade do transporte público, ao uso dos serviços de transporte por aplicativo, à idade e à influência do tráfego na qualidade do transporte público. Dentre esses cinco fatores, a percepção da influência do serviço de aplicativo no congestionamento destaca-se como o mais importante.

Figura 8. Relevância das variáveis de acordo com os nós de divisão da árvore.

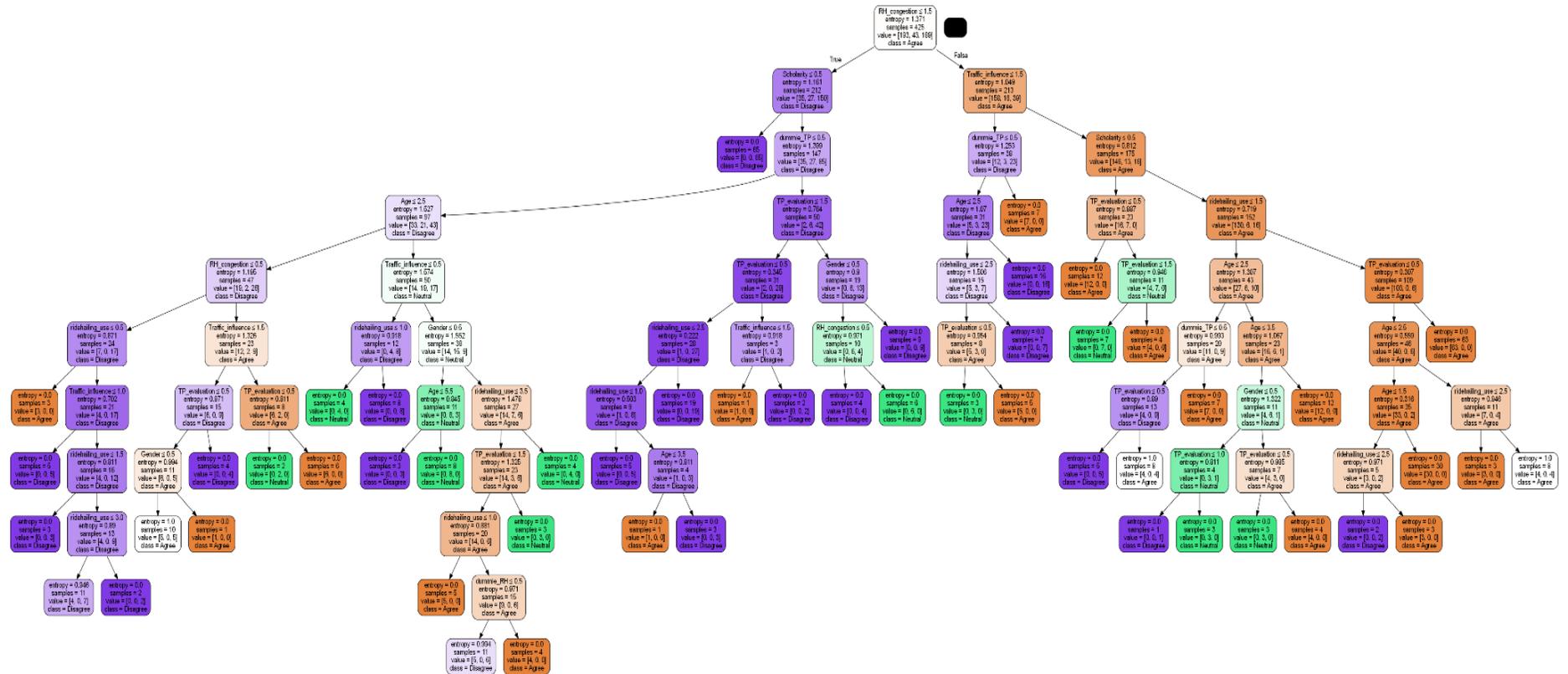


Como abordagem de avaliação foi selecionada a validação cruzada estratificada de 5 vezes. Este método divide os dados em cinco partições aproximadamente iguais. Um quinto dos dados é usado para teste e quatro quintos para treinamento. Este procedimento é repetido cinco vezes para que, no final, cada conjunto de dados seja usado exatamente uma vez para teste. Finalmente, as 5 estimativas de erro são calculadas para produzir uma estimativa de erro geral. Esse método garante que cada

classe é adequadamente representada nos conjuntos de treinamento e teste (WITTEN et al., 2011).

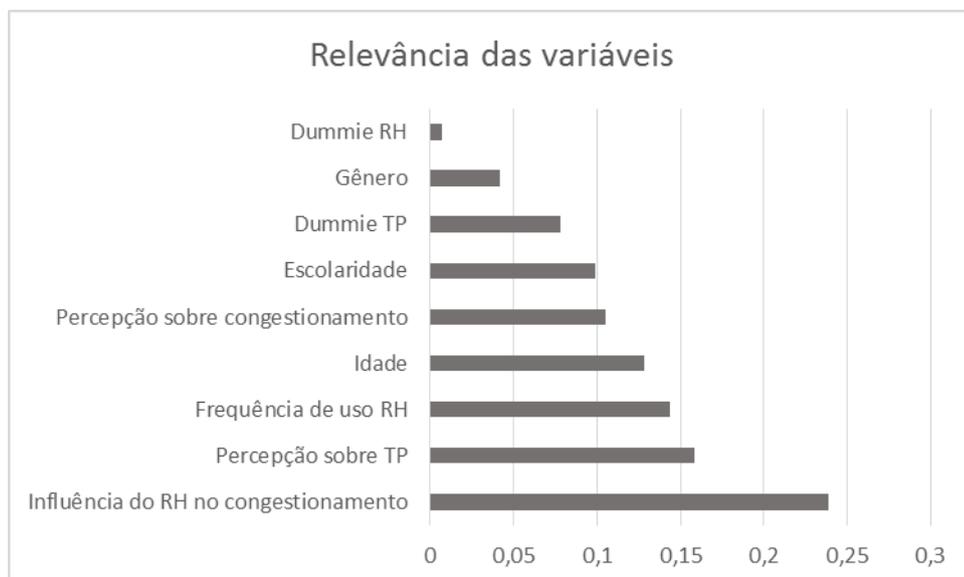
Após o procedimento de poda, a árvore, que inicialmente tinha 13 divisões, passou a ter 11 em sua profundidade ideal, atingindo também a máxima acurácia, que foi de 92,70%. A precisão para o conjunto de treinamento foi de 94,82%, enquanto que para o conjunto de teste foi de 92,53%. A árvore gerada é apresentada na Figura 9 a seguir.

Figura 9. Árvore de decisão após a etapa de poda.



Após a etapa de poda, observou-se uma mudança na classificação dos atributos importantes para a previsão do modelo. A frequência de uso dos transportes por aplicativo e a idade passaram a ser mais relevantes do que a avaliação do transporte público. Essa mudança demonstra que a frequência de uso de aplicativos de transporte está mais diretamente relacionada à predisposição do indivíduo em concordar com a taxa de congestionamento do que a avaliação do serviço público de transporte. Além disso, a idade pode ser um fator importante a ser considerado na análise, considerando que há faixas etárias que podem ser mais suscetíveis a concordar com a taxa de congestionamento.

Figura 10. Relevância das variáveis de acordo com os nós de divisão da árvore após a etapa de poda.



#### 4.7 ANÁLISE DETALHADA DOS GRUPOS E VARIÁVEIS NA ÁRVORE DE DECISÃO

Após a etapa de poda, a árvore de decisão apresentou duas principais divisões: os que concordam e os que não concordam com a taxação. No ramo esquerdo da árvore, observa-se que a idade é uma variável importante no terceiro nível, dividindo as pessoas menores de 30 anos das maiores de 30 anos. A frequência de uso de aplicativos de transporte também é relevante e aparece em diferentes níveis, indicando sua correlação com a classificação de Gini. Um grupo uniforme de pessoas com escolaridade igual ao ensino médio, que não percebem a influência do congestionamento na qualidade do transporte público, foi identificado no terceiro nível

do lado esquerdo da árvore. Já no ramo direito da árvore, onde a aceitação é maior, o grupo principal que não concorda com a taxaço é composto por pessoas que não percebem a influência do tráfego na qualidade do transporte público e que não utilizam o transporte público como principal meio de locomoção.

Em relação ao ramo esquerdo da árvore, a idade é a variável mais importante e a frequência de uso de aplicativos de transporte também apresenta relevância, principalmente a partir do terceiro nível. Já no ramo direito da árvore, a percepção da influência do tráfego na qualidade do transporte público é o fator que mais influencia a aceitabilidade da taxaço. Além disso, o grupo que não concorda com a taxaço é composto principalmente por pessoas que não percebem essa influência e que não utilizam o transporte público como meio de locomoção. É importante destacar que, em ambos os lados da árvore, a escolaridade também é uma variável relevante, mas em menor grau do que a idade e a percepção da influência do tráfego na qualidade do transporte público. A presença de alguns poucos grupos nos nós finais que discordam da taxaço indica que o modelo pode ter sido sobreajustado aos dados de treinamento, o que pode limitar sua capacidade de generalização para novos dados.

O gênero aparece pela primeira vez no quinto nível da árvore, dentro do grupo de pessoas que possuem ensino superior, utilizam transporte público como principal meio de locomoção e avaliam a qualidade do serviço de transporte público como boa. Dentro desse grupo, a aceitabilidade das mulheres foi neutra. Já para os homens há discordância na implantação da taxaço.

De uma maneira geral, as variáveis relacionadas às características sociodemográficas apresentaram menor impacto quando comparadas às variáveis de percepção, o que já era esperado de acordo com a revisão de literatura.

A seguir, apresenta-se uma análise quanto à relação entre gênero, idade, escolaridade e percepção sobre congestionamento, equidade e justiça, buscando compreender as nuances dessas variáveis nos diferentes grupos observados na árvore de decisão. Procura-se estabelecer um paralelo com a literatura da revisão bibliográfica com destaque para o entendimento na mobilidade urbana.

#### **4.7.1 Quanto ao gênero**

De acordo com (KAWGAN-KAGAN, 2020), mulheres tendem a se preocupar mais com questões ambientais, o que pode levá-las a apoiar mais a criação de uma taxa 48 para reduzir a poluição e o impacto do tráfego na cidade. Além disso, as mulheres são mais propensas a reduzir o uso do veículo particular em comparação aos homens (POLK, 2003;2004). Essas diferenças podem ser explicadas por fatores sociais e culturais, como a socialização de gênero e a distribuição desigual de tarefas de cuidado, que afetam a forma como homens e mulheres se movimentam pela cidade e usam o transporte público e privado.

#### **4.7.2 Quanto à idade**

A amostra da pesquisa foi composta principalmente por pessoas na faixa etária entre 20 e 34 anos, que são mais ativas na internet e redes sociais, local onde o questionário foi divulgado. Há uma diferença na aceitação do tributo entre as faixas etárias, possivelmente devido à experiência de vida e dependência do carro. Pessoas mais velhas podem ser mais conscientes dos impactos do trânsito, enquanto pessoas mais novas podem depender mais do carro. Pessoas na faixa etária de 40 a 44 anos, que podem estar em uma fase da vida em que precisam usar mais o carro, podem ser mais resistentes à criação da taxa. Conforme apontado por Eliasson e Jonsson (2011), quanto maior a dependência do veículo particular menos positiva é a aceitabilidade de tributos sobre congestionamento.

#### **4.7.3 Quanto à escolaridade**

Pessoas com Ensino Superior completo tendem a ser mais favoráveis à criação do tributo, possivelmente devido ao maior acesso a informações e debates sobre o tema. A maior propensão à aceitação em níveis mais altos de educação é também observada por Hamilton (2014). Enquanto pessoas com Ensino Médio completo podem ser mais afetadas financeiramente pela taxa, além de não terem percepção sobre os benefícios de implantação.

#### **4.7.4 Quanto à percepção sobre congestionamento, equidade e justiça**

Em relação à percepção sobre o congestionamento, é possível levantar as hipóteses de que pessoas que não utilizam transporte público podem discordar da taxaçoão porque não se sentem diretamente afetadas pela medida e acreditam que a soluçoão para o problema do congestionamento deve ser buscada em outras alternativas. O que corrobora com os achados a respeito da percepçoão de justiça e da mobilidade 49 urbana apontados por Eliasson e Mattsson (2006) , Franklin, Eliasson e Karlström (2010), Karlström e Franklin (2009); de Palma e Lindsey (2004), Santos e Rojey (2004).

Por sua vez, pessoas que percebem o transporte público como ruim também tendem a discordar da taxaçoão, pois consideram que o dinheiro arrecadado não será efetivamente utilizado para melhorias no transporte e que a soluçoão para o problema do congestionamento deve ser buscada em outras alternativas. A preocupação com a destinaçoão dos recursos e o bom gerenciamento dos investimentos é um fator apontado por Hamilton et al. (2014) na aceitabilidade de taxaçoão por congestionamento

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, a pesquisa apontou que a criação de um tributo sobrecongestionamento na cidade pode ser aceita pela população, mas há diferenças significativas na opinião dos diversos grupos avaliados.

Os resultados da análise revelaram uma série de achados relevantes em relação às hipóteses levantadas. Primeiramente, constatou-se que a opinião sobre a taxa de congestionamento está, de fato, relacionada à percepção individual sobre congestionamentos e seus impactos. Aqueles que vivenciam frequentemente problemas de tráfego tendem a ser mais favoráveis à implementação dessa medida. Essa percepção mostrou-se o fator mais relevante no nível de aceitação da taxa de acordo com a hierarquização das variáveis influentes no modelo.

Além disso, verificou-se uma associação significativa entre a aceitação da taxa de congestionamento e o principal modo de locomoção das pessoas. Indivíduos que dependem mais do transporte público tendem a ser mais favoráveis à medida, enquanto os que utilizam predominantemente veículos particulares são mais resistentes. Por fim, identificou-se que a aceitação da taxa de congestionamento também está relacionada à frequência de uso do serviço de ride-hailing. Os indivíduos que utilizam com maior frequência aplicativos de transporte compartilhado tendem a ser mais propensos a aceitar a taxa de congestionamento. Esses achados reforçam as hipóteses levantadas e destacam a importância de considerar esses aspectos na formulação de políticas de mobilidade urbana, visando promover soluções mais equitativas e eficientes para o problema do congestionamento nas cidades.

Como apontou a revisão da literatura, apesar de ter influência no resultado final, as variáveis sociodemográficas apresentaram um peso menor na aceitação com destaque para a idade, variável sociodemográfica de maior peso na classificação. No entanto, as variáveis sociodemográficas evidenciam a importância da percepção de mobilidade urbana e equidade na aceitação da taxa e permitem até certo ponto confirmar outras hipóteses. Por exemplo, as mulheres foram mais receptivas à criação da taxa, o que pode ter relação com o fato de que elas tendem a se preocupar mais com questões ambientais ou com a forma que elas se deslocam pela cidade.

É importante destacar que a análise das variáveis importantes deve levar em conta o contexto específico da pesquisa e o modelo utilizado, e que outras variáveis não incluídas na árvore de decisão podem ser igualmente relevantes. O planejamento amostral não probabilístico é facilmente justificado considerando o não acesso aos elementos da população completa. No entanto, uma restrição metodológica importante seria a não possibilidade de expansão dos resultados aqui encontrados. As análises devem ser restritas às amostras obtidas.

O modelo de árvore de decisão e preferência declarada pode ser utilizado na avaliação da aceitação de políticas públicas ao identificar os principais fatores que influenciam a decisão de aceitação ou rejeição de uma política pelos cidadãos. Através da análise dos resultados da pesquisa, é possível entender melhor quais variáveis têm maior peso na decisão de cada grupo de indivíduos, como faixa etária, gênero, escolaridade, frequência de uso de transporte público, entre outros.

Com essas informações, os responsáveis pela elaboração e implementação de políticas públicas podem adaptar a política de forma a atender o maior número possível de pessoas, levando em consideração as principais variáveis identificadas. Por exemplo, no caso da taxa de congestionamento avaliada na pesquisa, a implementação da política pode ser adaptada de forma a levar em consideração as principais preocupações dos grupos menos propensos a aceitá-la, como pessoas com menor escolaridade ou que dependem mais do carro para se deslocar. Dessa forma, o modelo de árvore de decisão e preferência declarada pode auxiliar na construção de políticas públicas mais eficazes e com maior aceitação da população.

Essa abordagem dialoga de forma transversal com a discussão sobre as interseções existentes entre Estado e sociedade nos processos públicos de tomada de decisão, especialmente no âmbito do planejamento em políticas públicas, e ajuda a conferir relevância ao papel da sociedade como partícipe da construção, direcionamento e monitoramento da administração pública.

## 5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA E RECOMENDAÇÕES

Inicialmente, importa pontuar que a presente pesquisa utilizou de planejamento amostral não probabilístico, o que pode gerar limitações na generalização dos

resultados para toda a população. Entretanto, essa escolha metodológica se justifica pela dificuldade de acesso a todos os elementos da população de interesse, assim como pela natureza exploratória do estudo. É importante destacar que mesmo com essas limitações, as análises realizadas encontraram semelhanças e justificativas com a literatura existente sobre o tema, o que permite uma compreensão mais aprofundada da aceitabilidade da taxa de congestionamento no transporte urbano.

Algumas limitações referem-se à metodologia e ao modelo escolhido. Isso porque a combinação entre o modelo de árvore de decisão e preferência declarada apresenta algumas limitações, tais como a dependência dos dados de entrada, que podem resultar em previsões imprecisas ou enviesadas caso as perguntas não capturem todos os fatores relevantes. Além disso, o modelo é uma simplificação da realidade e pode não capturar todos os fatores importantes que influenciam a aceitação de políticas públicas, além de pressupor que os entrevistados são completamente racionais e que suas preferências são constantes e coerentes. A árvore de decisão é sensível a valores extremos e pode ter sua generalização limitada para outras populações ou contextos, pois as preferências podem ser diferentes em diferentes regiões geográficas, grupos socioeconômicos, culturas ou períodos de tempo.

Outra limitação, refere-se à simplificação da base de dados para inserção no algoritmo. Como o DecisionTreeClassifier trabalha apenas com variáveis numéricas, foi necessário codificar as variáveis categóricas. O problema de codificar variáveis categóricas como números inteiros, como foi feito na pesquisa, é que isso impõe uma ordem sobre elas, que pode ou não ser significativa, dependendo do caso. Por exemplo, você pode codificar ['baixo', 'médio', 'alto'] como [0, 1, 2], já que 'baixo' < 'médio' < 'alto' (chamamos essas variáveis categóricas ordinais), embora você ainda está implicitamente fazendo a suposição adicional (e possivelmente indesejada) de que a distância entre 'baixo' e 'médio' é a mesma distância entre 'médio' e 'alto' (sem impacto nas árvores de decisão, mas de importância, por exemplo, em k-nn e agrupamento). Mas esta abordagem falha completamente em casos como, digamos, ['red','green','blue'] ou ['male','female'], uma vez que não podemos reivindicar nenhuma ordem relativa significativa entre eles. Ou ainda no caso da criação dos dummies criados para identificar o modo de transporte principal.

## REFERÊNCIAS

ASSIS, M.M., Kantorski, L.P., & Tavares, J.L. (1995). Participação social: um espaço em construção para a conquista da cidadania. *Revista Brasileira De Enfermagem*, 48, 329-340.

AVRITZER, L. O orçamento participativo e a teoria democrática: um balanço crítico. In: \_\_\_\_\_; NAVARRO, Zander (Orgs.). *A inovação democrática no Brasil São Paulo: Cortez*, 2003. p. 13-60.

BARBER, Benjamin. 1984. *Strong Democracy: Participatory Politics for a New Age*. Berkeley: University of California Press.

BARTH, M.J., & BORIBOONSOMSIN, K. (2008). Real-World Carbon Dioxide Impacts of Traffic Congestion. *Transportation Research Record*, 2058, 163 - 171.

BÖRJESSON, M., ELIASSON, J., HUGOSSON, M. B., et al. "The Stockholm congestion charges-5 years on. Effects, acceptability and lessons learnt", *Transport Policy*, cited By 117 Análise após implantação da imposto sobre congestionamento, v. 20, p. 1–12, 2012. DOI: 10.1016/j.tranpol.2011.11.001. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-83055182083&doi=10.1016%2Fj.tranpol.2011.11.001&partnerID=40&md5=307772870cfb136f2fe9a23416774125>.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BROWN, T. C., "Introduction to Stated Preference Methods". *A Primer on Nonmarket Valuation*, [S.l: s.n.], 2003. p. 99–110. DOI: 10.1007/978-94-007-0826-6\_4.

BRUNDELL-FREIJ, K., JONSSON, L. "Accepting Charging - A Matter of Trusting the Effects?", p. 1–20, 2009. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.676.6888&rep=rep1&type=pdf>.

CARVALHO, Carlos Henrique Ribeiro de. *Mobilidade Urbana: avanços, desafios e perspectivas*. 2016.

COSTA, F. F. "O Pedágio Urbano como instrumento de regulação do espaço viário e financiamento do sistema de transportes", 16 Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, p. 1–10, 2007. .

DAGNINO, E. Os movimentos sociais e a emergência de uma nova noção de cidadania. In: \_\_\_\_\_. (Org.) *Política e sociedade no Brasil São Paulo: Editora Brasiliense*, 1994, p.103-118.

DHANORKAR, Suvrat; BURTCH, Gordon. The heterogeneous effects of P2P *ride-hailing* on traffic: Evidence from Uber's entry in California. *Transportation Science*, 2022, 56.3: 750-774. <https://doi.org/10.1287/trsc.2021.1077>

DE PALMA, A., LINDSEY, R. "Traffic congestion pricing methodologies and technologies", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, v. 19, n. 6, p. 1377–1399, 2011. DOI: 10.1016/j.trc.2011.02.010. .

DIAO, Mi; KONG, Hui; ZHAO, Jinhua. Impacts of transportation network companies on urban mobility. *Nature Sustainability*, 2021, 4.6: 494-500.

ELIASSON, J., JONSSON, L. "The unexpected "yes": Explanatory factors behind the positive attitudes to congestion charges in Stockholm", *Transport Policy*, cited By 63, v. 18, n. 4, p. 636–647, 2011. DOI: 10.1016/j.tranpol.2011.03.006. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79955711389&doi=10.1016%2Fj.tranpol.2011.03.006&partnerID=40&md5=fc267e37c50d385b4ca0dfd308512593>.

Fattah, M. A., Morshed, S. R., & Kafy, A. A. (2022). Insights into the socio-economic impacts of traffic congestion in the port and industrial areas of Chittagong city, Bangladesh. *Transportation Engineering*, 9, 100122.

Fung, A. (2006). Varieties of Participation in Complex Governance. *Public Administration Review*, 66, 66-75.

GIULIANO, G. "An assessment of the political acceptability of congestion pricing", *Transportation*, v. 19, n. 4, p. 335–358, 1992. DOI: 10.1007/BF01098638. .

GU, Z., LIU, Z., CHENG, Q., et al. "Congestion pricing practices and public acceptance: A review of evidence", *Case Studies on Transport Policy*, cited By 9, v. 6, n. 1, p. 94–101, mar. 2018. DOI: 10.1016/j.cstp.2018.01.004. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85041122408&doi=10.1016%2Fj.cstp.2018.01.004&partnerID=40&md5=4dabb37ae15ec44cc1874b09211c21a9>.

KAWGAN-KAGAN, Ines. Are women greener than men? A preference analysis of women and men from major German cities over sustainable urban mobility. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2020, 8: 100236. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100236>

HAMILTON, C. J., ELIASSON, J., BRUNDELL-FREIJ, KARIN RAUX, C., et al. "Determinants of congestion pricing acceptability", *Centre for Transport Studies*, v. 11, p. 1–26, 2014. .

Hasz, L., & Nigri, L. (2018). Mobilidades Urbanas, Espaços Públicos e Manifestações Populares: uma análise dos protestos ocorridos na cidade de Belo Horizonte entre 2012 e 2015. *Universitas Humanística*.

Higgins, C. D., Sweet, M. N., & Kanaroglou, P. S. (2018). All minutes are not equal: travel time and the effects of congestion on commute satisfaction in Canadian cities. *Transportation*, 45, 1249-1268.

HSSINA, Badr et al. A comparative study of decision tree ID3 and C4. 5. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, v. 4, n. 2, p. 13-19, 2014.

HYSING, E. "Citizen participation or representative government - Building legitimacy for the Gothenburg congestion tax", Transport Policy, cited By 13, v. 39, p. 1–8, 2015. DOI: 10.1016/j.tranpol.2015.01.002. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84921345464&doi=10.1016%2Fj.tranpol.2015.01.002&partnerID=40&md5=9bd3e9e155fa8819b289cb4265403aa4>.

JACOBI, P. R. Políticas sociais e ampliação da cidadania. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2000.

JACOBI, P. R.; BARBI, F. Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil. Revista Katálysis. Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 237-244, jul./dez. 2007. <https://doi.org/10.1590/S1414-49802007000200012>

Jacobi. Espaços públicos e práticas participativas na gestão do meio ambiente no Brasil. Sociedade e Estado, Editora UnB, Brasília, v. 18, n. 1/2, 2003.

JAENSIRISAK, S., WARDMAN, M., MAY, A. D. "Explaining variations in public acceptability of road pricing schemes", Journal of Transport Economics and Policy, v. 39, n. 2, p. 127–153, 2005. .

KEULEERS, B., CHOW, V., THORPE, N., et al. "Behavioural change in activity-travel patterns in response to road user charging", Journal of Transport Economics and Policy, Análise dos resultados, v. 40, n. 1, p. 119–134, 2006. .

LANGMYHR, T. "Understanding innovation: The case of road pricing", Transport Reviews, cited By 21, v. 19, n. 3, p. 255–271, 1999. DOI: 10.1080/014416499295529. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0032764469&doi=10.1080%2F014416499295529&partnerID=40&md5=efc38ff2bfe21c7470e296b96fd41b71>.

LEHE, L., DEVUNURI, S., RONDAN, J., & Pandey, A. (2021). Taxation of *Ride-hailing*. <https://doi.org/10.36501/0197-9191/21-040>

LEVY, J.I., BUONOCORE, J.J., von STACKELBERG, K.E.. Evaluation of the public health impacts of traffic congestion: a health risk assessment. Environmental Health, 9, 65 - 65. 2010

LINDSEY, R. "Introduction to the special issue on road pricing and infrastructure Financing", International Journal of Sustainable Transportation, cited By 1, v. 3, n. 5–6, p. 285–292, 2009. DOI: 10.1080/15568310802259882. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-70449585650&doi=10.1080%2F15568310802259882&partnerID=40&md5=ad2f36467c6ff8e6d0d1a0e500bdf051>.

LIU, Z., SHIWAKOTI, N., BIE, Y. "Measuring the public acceptance of urban congestion-pricing: A survey in Melbourne (Australia)", *Transport*, cited By 1, v. 33, n. 4, p. 902–912, 2018. DOI: 10.3846/16484142.2016.1155170. Disponível em: [https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84977266644&doi=10.3846%2F16484142.2016.1155170&partnerID=40&md5=2f117b4f00d2e5f7720a7c0eba2f60bc)

84977266644&doi=10.3846%2F16484142.2016.1155170&partnerID=40&md5=2f117b4f00d2e5f7720a7c0eba2f60bc.

LOUVIERE, J. A review of theory, methods, recent developments and external validity. *Journal of Transport Economics and Policy*. [S.l: s.n.], 1988

LOUVIERE, Jordan J. Conjoint analysis modelling of stated preferences: a review of theory, methods, recent developments and external validity. *Journal of transport economics and policy*, p. 93-119, 1988.

LUCAS JUNIOR, R., CAMPOS, V. B. G. "Analisando a implantação de Pedágio Urbano na cidade do Rio de Janeiro", 17 Congresso Brasileiro de Transporte e Transito, 2009. .

MAIA, A. A. (2015). Importância da audiência pública como mecanismo de participação social

MAIMON, Oded Z.; ROKACH, Lior. *Data mining with decision trees: theory and applications*. World scientific, 2014.

Milani, C. R. (2008). O princípio da participação social na gestão de políticas públicas locais: uma análise de experiências latino-americanas e europeias. *Revista de Administração Pública*, 42, 551-579.

Newman, J., Barnes, M., Sullivan, H., & Knops, A. (2004). Public Participation and Collaborative Governance. *Journal of Social Policy*, 33, 203 - 223.

NOGUEIRA, M . A. *Um Estado para a sociedade civil: temas éticos e políticos da gestão democrática*. São Paulo: Cortez, 2004

NORI, C. (2010) O que se Entende por Participação Cidadã. In *Cartilha da participação cidadã*. Escola de Cidadania de Santos, Universidade Católica de Santos.

ODECK, J., BRÅTHEN, S. "On public attitudes toward implementation of toll roads - The case of Oslo toll ring", *Transport Policy*, cited By 58, v. 4, n. 2, p. 73–83, 1997. DOI: 10.1016/S0967-070X(97)00008-5. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0031405190&doi=10.1016%2FS0967-070X%2897%2900008-5&partnerID=40&md5=5ac534bd18ffddbcb0ebe467b0b9f45a>.

ODECK, J., BRÅTHEN, S. "Toll financing in Norway: The success, the failures and perspectives for the future", *Transport Policy*, cited By 64, v. 9, n. 3, p. 253–260, 2002. DOI: 10.1016/S0967-070X(02)00030-6. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->

0036629714&doi=10.1016%2FS0967-070X%2802%2900030-6&partnerID=40&md5=4398f52af88708a7052ca7acc5bd5440.

OLIVEIRA, L. K. De, ALMEIDA, S. A. De. "Avaliação da adesão da população ao pedágio urbano: um estudo exploratório em Belo Horizonte (MG)", Revista dos Transportes Públicos - ANTP, v. Ano 35, n. 2o quadrimestre, p. 37–46, 2013. .

OLIVEIRA, M. H., ARRUDA, E. F., LUZ, G., & MACÁRIO, R. (2022). The impact of the European Development Fund and European Bank as financing sources on traffic estimation biases. *Research in Transportation Business & Management*, 45, 100884. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2022.100884>

ORTÚZAR, J. D.; WILLUMSEN, L. G. *Modelling Transport*. 3 rd Ed. Chichester: Wiley, 2011.499 p. ISBN 10: 0-471-86110-3 (H/B)

PAULLEY, Neil et al. Recent studies on key issues in road pricing. *Transport Policy*, v. 9, n. 3, p. 175-177, 2002.

PINO, F. A. "MODELOS DE DECISÃO BINÁRIOS: uma revisão", *Revista de Economia Agrícola*, 2007.

Pucher, J., & Hirschman, I. (1993). PATH TO BALANCED TRANSPORTATION: EXPAND PUBLIC TRANSPORTATION SERVICES AND REQUIRE AUTO USERS TO PAY THE FULL SOCIAL, ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC COSTS OF DRIVING.

PUJIATI, Amin et al. Willingness to pay for improving the quality of public transportation. *JEJAK: Jurnal Ekonomi dan Kebijakan*, v. 12, n. 2, p. 365-381, 2019.

QUINLAN, J. Ross. Decision trees as probabilistic classifiers. In: *Proceedings of the Fourth International Workshop on Machine Learning*. Morgan Kaufmann, 1987. p. 31-37.

ROKACH, L.; MAIMON, O. *Data mining with decision trees: theory and applications*. 2 nd Ed. New Jersey: World Scientific, 2008. 328 p. ISBN 978-9812771711.

RUBIM, B., LEITÃO. "O plano de mobilidade urbana e o futuro das cidades", *Estudos Avançados*, v. 27, p. 55–66, 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-40142013000300005&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000300005&nrm=iso).

SANTOS, B.; AVRITZER, L. Para ampliar o cânone democrático. In: \_\_\_\_\_. (Org.) *Democratizar a democracia Rio de Janeiro: Civilização Brasileira*, 2002, p. 39-82.

Selmoune, A., Cheng, Q., Wang, L., & Liu, Z. (2020). Influencing factors in congestion pricing acceptability: a literature review. *Journal of Advanced Transportation*, 2020.

SELMOUNE, A., CHENG, Q., WANG, L., et al. "Influencing Factors in Congestion Pricing Acceptability: A Literature Review", *Journal of Advanced Transportation*, cited By 0, v. 2020, 2020. DOI: 10.1155/2020/4242964. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85078666651&doi=10.1155%2F2020%2F4242964&partnerID=40&md5=bb5d793e877255cd3d651c198adb33cc>.

SELMOUNE, A., XIE, X., CHENG, Q., et al. "Analysis of the influencing factors in the public acceptance of urban congestion pricing practices in Nanjing city". 2018. cited By 0. *Anais [...]* [S.l: s.n.], 2018. p. 675–682. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85064630148&partnerID=40&md5=269122fcd7252c4bf28a992116616234>.

SINTOMER, Yves; HERZBERG, Carsten; RÖCKE, Anja. Modelos transnacionais de participação cidadã: o caso do orçamento participativo. *Sociologias*, 2012, 14: 70-116.

Small, K., & Gomez-Ibanez, J.A. (1998). *Road Pricing for Congestion Management: The Transition from Theory to Policy* - eScholarship.

Teixeira, E. C. (2006). AS DIMENSÕES DA PARTICIPAÇÃO CIDADÃ. *Caderno CRH*, 10(26). <https://doi.org/10.9771/ccrh.v10i26.18669>

UBBELS, B., NIJKAMP, P. "Unconventional funding of urban public transport", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2002. DOI: 10.1016/S1361-9209(01)00027-X. .

VEIGA, B. Participação social e políticas públicas de gestão das águas: olhares sobre as experiências do Brasil, Portugal e França. Tese de Doutorado. (Universidade de Brasília), Centro de Desenvolvimento Sustentável, Brasília, 2007.

Vich, G., Marquet, O., & Miralles-Guasch, C. (2019). Green streetscape and walking: exploring active mobility patterns in dense and compact cities. *Journal of transport & health*, 12, 50-59. DOI:10.1016/j.jth.2018.11.003

WAN, C., SHEN, G. Q., CHOI, S. "A review on political factors influencing public support for urban environmental policy", *Environmental Science and Policy*, cited By 13 revisão de fatores que podem influenciar: montagem do questionário, v. 75, p. 70–80, 2017. DOI: 10.1016/j.envsci.2017.05.005. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85020275985&doi=10.1016%2Fj.envsci.2017.05.005&partnerID=40&md5=ba5756ece6037e78f0aa1e368055d8fe>.

WITTEN, I. H. et al. Algorithms: the basic methods. *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*, p. 85-145, 2011.

ZHAO, J. Z., FONSECA, C., & ZEERAK, R. (2020). Revenue usages, pricing schemes, and media discussions for taxing ridesourcing services. *Transportation Research Record*, 2674(9), 191-201. <https://doi.org/10.1177/0361198120927403>