

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Bruno Braga Batista

**ANÁLISE DA FREQUÊNCIA DE USO DO *RIDESOURCING* E DO
TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS EM PORTO ALEGRE:
APLICAÇÃO DE MODELOS HÍBRIDOS DE ESCOLHA DISCRETA**

Porto Alegre

2021

Bruno Braga Batista

**Análise da frequência de uso do *ridesourcing* e do transporte público por ônibus em Porto Alegre:
aplicação de modelos híbridos de escolha discreta**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, modalidade Acadêmica, na área de concentração em Sistemas de Transportes.

Orientadora: Ana Margarita Larranaga, Dra.

Porto Alegre

2021

Bruno Braga Batista

Análise da frequência de uso do *ridesourcing* e do transporte público por ônibus em Porto Alegre: aplicação de modelos híbridos de escolha discreta

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na modalidade Acadêmica e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora designada pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Prof. Orientador, Dra.

Orientador PPGEP/UFRGS

Prof. Flávio Sanson Fogliatto

Coordenador PPGEP/UFRGS

Banca Examinadora:

Professor Júlio Celso Vargas Dr. (PROPUR/UFRGS)

Professor Alejandro Ruiz Padillo, Dr. (UFSM)

Professora Leticia Dexheimer Dra. (UFPEL)

Dedico este trabalho a
Maria Regina, Diva,
Maria Helena, Fabiana,
Jessica e Maria Ana

AGRADECIMENTOS

Agradeço à professora Ana Margarita Larranaga, pelo grande auxílio e apoio durante a orientação deste trabalho.

Agradeço ao meu pai, Antônio, e à minha mãe, Regina, por sempre acreditarem em mim e me darem condições de alcançar meus objetivos durante o meu mestrado.

Agradeço aos meus demais familiares, que sempre torceram pelo meu sucesso.

Agradeço aos meus colegas de trabalho no WRI Brasil pelas trocas de informações que me ajudaram muito a avançar e a me desenvolver nos últimos anos.

Agradeço aos meus amigos por diversos momentos especiais ao longo desses anos.

Agradeço aos meus demais professores e professoras do LASTRAN.

Por fim, agradeço a todos aqueles que não foram citados acima, mas ajudaram na minha formação.

RESUMO

O ambiente urbano oferece diversas possibilidades para a realização de viagens. As características socioeconômicas e atitudinais de cada pessoa exercem grande influência na opção por um modo de transporte ou outro. O presente estudo, baseado em questionário aplicado no município de Porto Alegre, avalia como as diferentes características dos respondentes influenciam seus padrões de viagens. Analisaram-se em maior profundidade as diferenças entre os respondentes que utilizam com maior frequência o transporte sob demanda por aplicativo (*ridesourcing*) e os respondentes que utilizam com maior frequência o transporte público por ônibus. Os resultados foram obtidos por meio da estimação de modelos sequenciais híbridos de escolha discreta. Em uma primeira etapa, foram construídas três variáveis latentes com modelos MIMIC; posteriormente, essas variáveis foram inseridas em modelos *logit* ordenados. As três variáveis latentes criadas foram Pró-tecnologia, Pró-transporte público e Pró-carro. Considerando que um terço dos respondentes utiliza o *ridesourcing* em duas ou mais viagens por semana, observou-se uma influência positiva entre a predisposição ao uso de novas tecnologias e a frequência elevada de uso desse modo. Por outro lado, observaram-se influências negativas entre as variáveis latentes Pró-carro e Pró-transporte público e a frequência de uso do *ridesourcing*. Através dos modelos estimados para frequência de uso de transporte público por ônibus, encontrou-se uma influência positiva do uso frequente de *ridesourcing* com o número viagens realizadas por ônibus demonstrando que os dois modos podem ser utilizados de forma complementar.

Palavras-chave: transporte por aplicativo sob demanda; transporte público por ônibus; variáveis latentes; modelo de múltiplas causas e múltiplos indicadores (MIMIC); modelos híbridos de escolha discreta; modelo *logit* ordenado.

ABSTRACT

The urban environment offers many possibilities for people to move. Socioeconomic and attitudinal characteristics exert great influence in the decision to take one means of transportation or another. The current study, based on an online questionnaire applied at the city of Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil, evaluates how different characteristics from respondents influence their patterns of movement in the city. It was analyzed in depth the differences between respondents with a higher usage of ridesourcing in comparison with respondents with higher usage of public transport by bus. The results were obtained through the sequential estimation of hybrid discrete choice models. In the first step, three latent variables were built using a MIMIC model; after, these variables were inserted in ordered logit models. The three latent variables created were Pro-technology, Pro-public transport and Pro-car. Considering that one third of the respondents uses ridesourcing at least twice a week, it was observed a positive influence between the usage of new technologies and the usage of this means of transportation. On the other hand, the latent variables Pro-public transport and Pro-car had negative influence on the usage of ridesourcing. Through the models estimated where the dependent variable was frequency of public transport usage, it was found a positive influence between this usage and the ridesourcing usage demonstrating a potential for the two means of transportation to be used in a complimentary way.

Keywords: ridesourcing; public transportation; latent variables; multiple indicator multiple cause model (MIMIC); hybrid discrete choice model; ordered logit model

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Número de artigos publicados por ano em que o termo <i>ridesourcing</i> aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	19
Figura 2 -Número de artigos publicados por país entre 2016-2020 em que o termo <i>ridesourcing</i> aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	19
Figura 3 - Número de artigos publicados por autor entre 2016-2020 em que o termo <i>ridesourcing</i> aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	20
Figura 4 – Número de artigos publicados em cada ano em que o termo <i>public transport</i> aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	23
Figura 5 – Número de artigos publicados por país entre 2016-2020 em que o termo <i>public transport</i> aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	24
Figura 6 - Número de artigos publicados por autor entre 2016-2020 em que o termo <i>public transport</i> aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	24
Figura 7- Número de artigos publicados por ano entre 2016-2020 em que o termo <i>public transport</i> e o termo <i>ridesourcing</i> aparecem no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	27
Figura 8 - Artigos publicados na plataforma <i>Scopus</i> entre 2016-2020 utilizando os termos <i>public transport</i> e <i>ridesourcing</i> separadamente e em conjunto em títulos, resumos ou palavras-chave	27
Figura 9- Número de artigos publicados por país entre 2016-2020 em que o termo <i>public transport</i> e o termo <i>ridesourcing</i> aparecem no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma <i>Scopus</i>	28
Figura 10- Número de artigos publicados por cada autor entre 2016-2020 onde o termo <i>public transport</i> e o termo <i>ridesourcing</i> aparecem no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma.	28
Figura 11 - Mapa de relações entre palavras-chave de artigos relacionados com transporte público <i>ridesourcing</i>	29

Figura 12 - Etapas de desenvolvimento da pesquisa	31
Figura 13 - Modelo MIMIC exemplificado.....	34
Figura 14 - Distribuição de respondentes por frequência de viagens realizadas utilizando <i>ridesourcing</i> e/ou transporte público por ônibus.....	44
Figura 15 - Resultados do modelo MIMIC	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características destacadas coletadas no questionário.....	41
Tabela 2 - Frequências de uso de modos de transporte	42
Tabela 3 - Descrição das características atitudinais	43
Tabela 4 - Análise da parcela de usuários frequentes de transporte público por ônibus ou de <i>ridesourcing</i> que também são usuários frequentes de ao menos um segundo modo de transporte.	46
Tabela 5 - Resultado das estimações do modelo MIMIC.....	53
Tabela 6 - Resultados do Modelos <i>Logit</i> Ordenados de Escolha Discreta para Frequência de Viagens por <i>Ridesourcing</i>	56
Tabela 7 - Resultados dos Modelos <i>Logit</i> Ordenado de Escolha Discreta para Frequência de Viagens em Transporte Público por Ônibus.....	60

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Equivalência entre termos apresentados como causas no modelo MIMIC e perguntas/afirmações do questionário realizado.....	51
Quadro 2 - Equivalência entre termos apresentados como indicadores no modelo MIMIC e perguntas/afirmações do questionário realizado.....	51

LISTA DE SIGLAS

AFC – Análise Fatorial Confirmatória

GFI – *Goodness of Fit Index*

LASTRAN – Laboratório de Sistemas de Transporte

LR – Teste da Razão de Verossimilhança

MIMIC – Modelo de Múltiplos Indicadores e Múltiplas Causas

MLE – *Maximum Likelihood Estimation*

OMS – Organização Mundial da Saúde

PNFI – *Parsimony Normed Fit Index*

RMSEA – *Root Mean Square Error of Approximation*

TNC – *Transportation Network Companies*

TP – Transporte Público

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

VMT – *Vehicle-Miles Traveled*

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVO	13
1.2	JUSTIFICATIVA	13
1.3	DELIMITAÇÕES	14
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	<i>RIDESOURCING</i>	16
2.2	TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS	20
2.3	INFLUÊNCIA ENTRE OS DOIS MODOS	25
3	METODOLOGIA	31
3.1	MODELOS DE MÚLTIPLAS CAUSAS E MÚLTIPLOS INDICADORES - MIMIC	33
3.2	MODELOS <i>LOGIT</i> ORDENADOS	36
4	DESCRIÇÃO DOS DADOS	39
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	39
4.2	APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	39
4.3	DEFINIÇÃO DA AMOSTRA E PERFIL	40
5	RESULTADOS E ANÁLISES.....	50
5.1	MODELO MIMIC	50
5.2	MODELOS <i>LOGIT</i> ORDENADOS	54
5.2.1	Frequência de viagens com <i>ridesourcing</i>	55
5.2.2	Frequência de viagens com transporte público por ônibus	59
6	DISCUSSÃO.....	63
7	CONCLUSÕES	66

REFERÊNCIAS.....	68
ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA.....	76

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana tem passado por transformações marcantes ao longo dos últimos anos. Os sistemas de transporte em cidades tendem a se tornar cada vez mais multimodais (VAN NES, 2002). Em um cenário com uma maior oferta de opções para a realização de deslocamentos, as características socioeconômicas e atitudinais dos usuários exercem grande influência na escolha dos modos utilizados. O advento do transporte por aplicativo sob demanda (serviço ofertado no Brasil por TNCs - *Transportation Network Companies* – como Uber, 99 e Cabify) contribuiu para essas mudanças, e as grandes cidades em países em desenvolvimento têm sido particularmente afetadas. No caso desses países, onde o sistema de transporte público normalmente apresenta menores índices de satisfação dos usuários, esses impactos podem ser especialmente danosos (RAYLE et al., 2016; JIN et al., 2018).

O uso do *ridesourcing* pode trazer impactos positivos e negativos para esses sistemas complexos de transporte. Nas principais cidades brasileiras, a manutenção do transporte público coletivo é um pilar essencial para garantir a saúde dos sistemas de mobilidade urbana. Entretanto, no município de Porto Alegre, assim como em muitas outras cidades brasileiras de maior porte, observamos uma tendência em comum: os sistemas de transporte público estão se tornando insustentáveis financeiramente. Essa tendência negativa já vinha ocorrendo antes do surgimento do transporte por aplicativo sob demanda, mas existem estudos que apontam uma possível potencialização do problema nos últimos anos (NTU, 2019).

Aspectos atitudinais influenciam diversos padrões de mobilidade urbana. Tais atributos, que consideram percepções e valores de usuários de diferentes modos de transporte, foram utilizados em diversos estudos na área recentemente (HAUSTEIN, 2018; JIN et al., 2018; POPURI, 2011). Da mesma forma, a opção por um modo de transporte é diretamente influenciada também por características socioeconômicas que são tradicionalmente coletadas em pesquisas sobre o tema. Assim, características atitudinais, somadas às características socioeconômicas, tendem a gerar padrões de viagem que se complexificam em sistemas que oferecem diversas possibilidades de meios de transporte (SHIRABAYASHI, 2017; SILVA, 2012; VALE, 2010).

O entendimento das características atitudinais do indivíduo que influenciam a frequência de uso de diferentes modos de transporte é bastante importante para combater problemas de endogeneidade na estimação de modelos, pois tradicionalmente algumas

variáveis acabam omitidas das análises. Isso acontece na área de transportes, quando variáveis não-observáveis não são incluídas no modelo. Dentro desse contexto, o presente estudo buscou minimizar os erros dos modelos de escolha discreta estimados com a inserção de atributos atitudinais, também chamados de variáveis latentes. A inserção dessas variáveis não-observáveis qualifica o modelo, especialmente quando estas possuem uma capacidade explanatória independente das demais variáveis (ALEMI et al., 2018; FERNÁNDEZ-ANTOLÍN et al., 2016).

Existe uma gama de estudos desenvolvidos que analisam o perfil de usuário de forma agregada (99 e FIPE, 2018; COELHO et al., 2017). Este estudo, por sua vez, busca contribuir na compreensão do perfil de usuário analisando sua utilização a partir de dados desagregados e modelando a escolha individual de utilização deste modo. Diversos estudos, modelam o perfil dos usuários de transporte público ou de *ridesourcing* considerando principalmente características socioeconômicas (CASSEL, 2018; GRISON, 2017; DIAS et al., 2017; SHAHEEN et al., 2017; POPURI, 2011). Este estudo, propõe também, junto com características socioeconômicas, utilizar características atitudinais, relacionadas a valores e percepções dos respondentes, para obtenção de modelos mais bem ajustados e que representem melhor a realidade.

Através da criação e mensuração de variáveis não diretamente observáveis (atitudes, percepções e fatores psicológicos), esse estudo considera a hipótese de que é possível uma maior compreensão dos fatores que influenciam os padrões de viagens de diferentes usuários. Poucos estudos dentro da área de planejamento de transportes utilizam variáveis latentes dessa forma (ALLEN, MUÑOZ; ORTÚZAR, 2018; FERNÁNDEZ-ANTOLÍN et al., 2016; RAVEAU et al., 2010). Assim, no contexto brasileiro, o presente estudo auxilia no preenchimento dessa lacuna.

1.1 OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo analisar a influência de características socioeconômicas e atitudinais dos indivíduos na frequência de uso de transporte por aplicativo sob demanda (*ridesourcing*) e na frequência de uso de transporte público por ônibus para a cidade de Porto Alegre, bem como a relação entre os dois modos.

Como objetivos específicos, propõem-se:

- a. Identificar quais as características socioeconômicas exercem maior influência na frequência de viagens com *ridesourcing* e com transporte público por ônibus na cidade de Porto Alegre.
- b. Analisar o efeito das características atitudinais na frequência de viagens de transporte por aplicativo sob demanda e de transporte público por ônibus.
- c. Modelar as características atitudinais, através de modelos de equações estruturais.
- d. Comparar o impacto da inclusão de características atitudinais no ajuste de modelos de escolha discreta estimados com modelos tradicionais.

1.2 JUSTIFICATIVA

A partir de 2015, Porto Alegre passou a contar com serviços de transporte por aplicativo sob demanda e, atualmente, diversas empresas oferecem o serviço no município (GUIMARÃES, 2018). Esse novo tipo de serviço promoveu diversas mudanças na mobilidade urbana da cidade, substituindo outros modos de transporte, criando novas viagens e levando grande parte da população a mudar seus hábitos de deslocamento. Concomitantemente, entre 2015 e 2019, o transporte público por ônibus na cidade teve uma redução aproximada de 20% no número de passageiros (LADEIRA et al., 2020). Essa diminuição, seguindo a tendência de outras grandes cidades brasileiras, foi antecedida por uma redução próxima a 40% que ocorreu ao longo dos 20 anos anteriores, desde 1995 (EPTC, 2020). Considerando esse cenário, compreender os perfis de usuários que atualmente utilizam esses dois modos de transporte – transporte público por ônibus e transporte sob demanda – e como tais perfis se interseccionam é fundamental para a busca de soluções que visem a uma mobilidade mais sustentável.

Adicionalmente, não existe um número significativo de estudos acadêmicos que analisam a frequência de uso desses modos de forma comparativa no Brasil, especialmente utilizando dados desagregados, da forma que este estudo se propõe.

Nesse sentido, a análise das variáveis socioeconômicas dos usuários de cada modo de transporte é de grande valia. Contudo, muitas das nossas escolhas também são influenciadas por variáveis atitudinais e percepções, variáveis que também impactam os modos de transporte que elegemos como preferenciais em nossa rotina. Este estudo se propõe a analisar algumas dessas variáveis atitudinais que podem exercer impacto significativo no processo de escolha modal, como predisposição ao uso de novas tecnologias, valorização do transporte individual motorizado e conexão pessoal com o transporte público coletivo.

1.3 DELIMITAÇÕES

A base de dados utilizada neste estudo foi resultado de uma pesquisa online cujo público-alvo foram habitantes da cidade de Porto Alegre. A pesquisa foi organizada pelo Laboratório de Sistemas de Transporte (LASTRAN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e foi aplicada no período entre outubro de 2019 e março de 2020. Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas três partes do questionário: a primeira, que buscava compreender as características socioeconômicas dos respondentes; a segunda, reunindo respostas sobre a frequência de uso de diferentes modos de transporte; e a terceira e última parte, que fazia perguntas a respeito das características atitudinais e opiniões pessoais do respondente. Essa terceira parte tinha como foco as impressões a respeito da aceitação de novas tecnologias, dos deslocamentos por *ridesourcing* e do uso de transporte público por ônibus, possuindo um maior grau de subjetividade.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este estudo está dividido em sete capítulos e um anexo. Este primeiro capítulo apresenta os objetivos da pesquisa, as justificativas para a escolha do tema, as delimitações e, por fim, um breve resumo da forma como o trabalho está estruturado. O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica a respeito das mudanças recentes na mobilidade urbana de grandes cidades, especialmente com o advento do *ridesourcing* e com a diminuição de usuários de transporte público por ônibus, aprofundando um pouco análise em âmbito nacional (Brasil) e,

posteriormente, analisando o contexto específico da cidade de Porto Alegre.

O terceiro capítulo tem como foco a metodologia do trabalho. O capítulo apresenta uma breve conceituação a respeito dos modelos utilizados no desenvolvimento da pesquisa, MIMIC e *logit* ordenado, e demonstra de que forma foram combinados para gerar modelos híbridos que permitiram a obtenção dos resultados apresentados na sequência do trabalho.

O quarto capítulo explica mais detalhes a respeito da pesquisa online realizada para a coleta de dados e apresenta informações que ajudam a ilustrar e caracterizar a amostra obtida. A seguir, no quinto capítulo, são apresentados e analisados os resultados da estimação sequencial, tendo como resultados finais os modelos híbridos de escolha discreta.

O sexto capítulo realiza a discussão a respeito de como as frequências de uso dos modos se relaciona. O sétimo capítulo traz as conclusões deste estudo e recomendações para estudos futuros. Por fim, temos as referências e o anexo I que mostra o questionário online que foi utilizado para a coleta de dados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo é dividido em três subcapítulos. O primeiro analisa, de forma mais específica, estudos que mostram impactos e características das viagens por *ridesourcing*. Em seguida, o segundo subcapítulo aborda o cenário atual do transporte público por ônibus. Por fim, a terceira parte do capítulo apresenta um breve referencial teórico a respeito dos principais estudos que abordam a interseção entre esses dois modos.

Cada um dos três subcapítulos foi elaborado através da combinação de dois processos de revisão da literatura. Primeiramente, foi realizado um levantamento inicial a respeito de estudos que abordam *ridesourcing*, transporte público e a inter-relação entre os dois, com um foco maior no contexto brasileiro, latino-americano e no transporte por ônibus. Na sequência, realizou-se uma análise na plataforma *Scopus* dos artigos publicados nos últimos 5 anos (2016-2020) que contém em seus títulos, resumos ou palavras-chave o termo “*ridesourcing*”, “*public transport*” ou ambos. A partir dos resultados encontrados, analisaram-se quais os principais autores e países produtores de estudos, bem como o número de artigos publicados em cada ano. O ano de 2016 foi tomado como ano base, pois a plataforma não possuía produção acadêmica utilizando o termo *ridesourcing* anteriormente.

2.1 RIDESOURCING

Serviços de viagens sob demanda acionados por aplicativo (*ridesourcing*) têm sido um importante agente de transformação na mobilidade urbana das grandes cidades nos últimos anos. No Brasil, o *ridesourcing* surgiu inicialmente em 2014, durante a Copa do Mundo, e se popularizou em 2016, tendo a primeira empresa iniciado o serviço na cidade de Porto Alegre em 2015 (PASQUAL; LARRAÑAGA; PETZHOLD, 2019).

Ridesourcing (também chamado de *ride-hailing* ou o serviço oferecido pelas TNCs) consiste em um modo de transporte caracterizado pela oferta de serviços de viagens para usuários por meio de uma plataforma online, como aplicativos de smartphone. O usuário solicita a viagem, e a plataforma ou aplicativo conecta esse usuário ao motorista mais próximo disponível. Esse modo também oferece aos passageiros as possibilidades de pagamento eletrônico, da escolha de uma classe de carro específica e de avaliar e inserir comentários para os motoristas (MOSTOFI; MASOUMI; DIENEL, 2020).

Esse novo modo de transporte permite uma série de novas possibilidades de viagens para seus usuários. Utilizando elementos da economia compartilhada e de tecnologias inovadoras, tais aplicativos trouxeram uma nova alternativa de transporte que oferece praticidade e preços atrativos, além da disponibilidade de motoristas em todas as horas do dia (LEE; LEE; KIM, 2019; ALEMI et al., 2018).

Viagens de *ridesourcing* são consideradas economicamente mais eficientes e funcionais do que as viagens tradicionais realizadas por carro ou táxi. Entre os principais aspectos positivos para os usuários do *ridesourcing*, estão a redução da necessidade da posse de um automóvel, uma vez que as viagens substituem o uso de veículos próprios, e a redução da necessidade por vagas de estacionamento entre a parcela da população que não sente mais essa necessidade, em decorrência do surgimento dessa nova alternativa (CLEWLOW, 2017). Por outro lado, alguns estudos apontam que os novos serviços também estão substituindo viagens antes realizadas por transporte coletivo ou transporte ativo, levando a um aumento nos congestionamentos, conseqüentemente intensificando as externalidades geradas e também aumentando o VMT (*Vehicle Miles Traveled*) em algumas cidades (HENAO, 2017; SCHALLER, 2017; TIRACHINI, 2019; ERHARDT et al., 2019). Esses mesmos estudos apontam que a frota circulante em algumas cidades aumentou, mesmo com a disposição de parte da população em abdicar da posse de veículos individuais motorizados.

Considerando os aspectos demográficos dos usuários de *ridesourcing*, diversos estudos na literatura apontam que o modo é mais utilizado por uma parcela mais jovem e com renda e escolaridade mais altas do que a média da população, além de existir relativo balanço de gênero, com uma leve maioria de uso por parte de homens (CASSEL, 2018; DIAS et al., 2017; SHAHEEN et al., 2017).

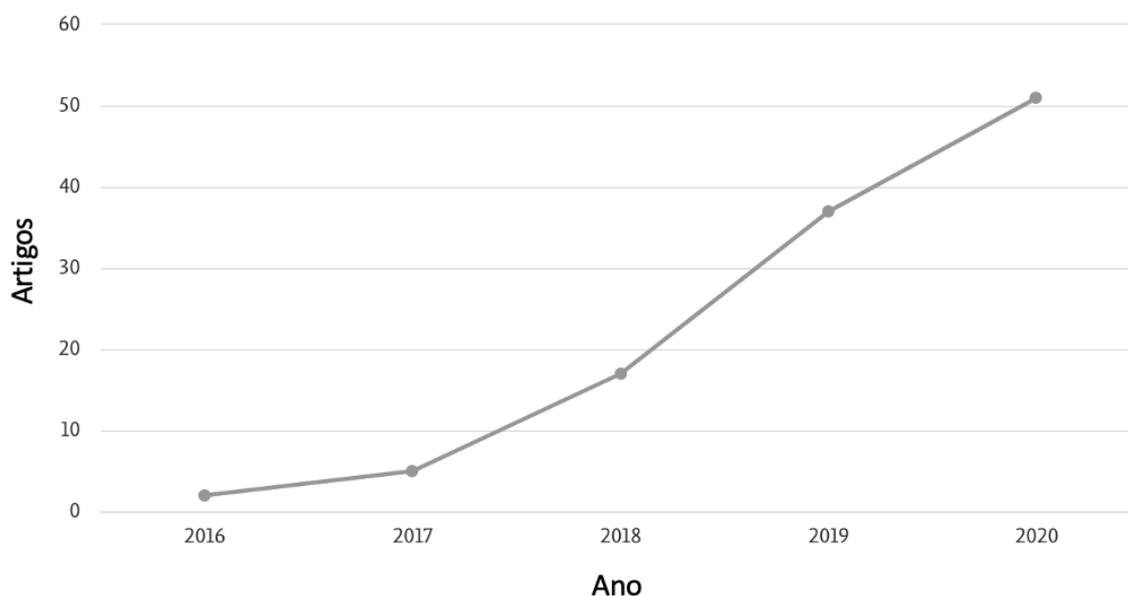
Embora existam alguns trabalhos contrastantes, em geral os estudos apontam que as viagens realizadas via *ridesourcing* costumam se concentrar em curtas e médias distâncias. Na América Latina, a distância média das viagens foi em torno de cinco quilômetros, como mostrado também em um estudo de caso em Porto Alegre (CASSEL, 2018). Outro fator bastante pesquisado na literatura são os motivos das viagens de *ridesourcing*. Existe um relativo consenso de que a maioria das viagens são realizadas por motivos de lazer ou similares e/ou de volta para casa, retornando do trabalho e/ou estudo (RAYLE et al., 2016; COELHO et al., 2017).

Cassel (2018) aponta que o domínio de viagens relacionadas a lazer reflete-se nos períodos do dia que registram a maior utilização do *ridesourcing*, com os picos das viagens ocorrendo principalmente à noite e de forma ainda mais acentuada em noites de sextas-feiras e sábados em muitas cidades. As razões de escolha também são um fator explorado na literatura. Nos Estados Unidos, os fatores mais citados em pesquisas são relacionados à rapidez (tanto no geral quanto no baixo período de tempo de espera), conveniência e facilidade de pagamento (AUTORIDADE DE TRANSPORTE DO CONDADO DE SÃO FRANCISCO, 2017; COOPER et al., 2018). Contudo, em estudos latino-americanos, preço e segurança são os motivos mais frequentes, constatando aqui um possível aspecto que varia conforme a realidade socioeconômica da região. Existem também evidências fortes de que o *ridesourcing* atende um nicho de mercado mal servido pelo transporte público (TP), como em áreas de baixa densidade populacional e também em viagens realizadas no horário noturno, devido à sensação de insegurança (TIRACHINI, 2020).

Parte das viagens realizadas por *ridesourcing* são viagens novas – ou seja, viagens que não costumavam ocorrer antes da existência dessa opção. Outra parte das viagens são deslocamentos que costumavam ser realizadas por algum outro modo de transporte que foi substituído. Essa substituição é outro aspecto presente em diversos estudos, visto que é determinante para a identificação dos impactos que os serviços de *ridesourcing* geram nas cidades, como congestionamentos, emissões e outras externalidades. Nos estudos realizados na América Latina, o táxi costuma ser o modo mais substituído (entre 38% e 49%), seguido pelo transporte coletivo (28% a 30%) (COELHO et al., 2017; CASSEL, 2018; TIRACHINI; GOMEZ-LOBO, 2019).

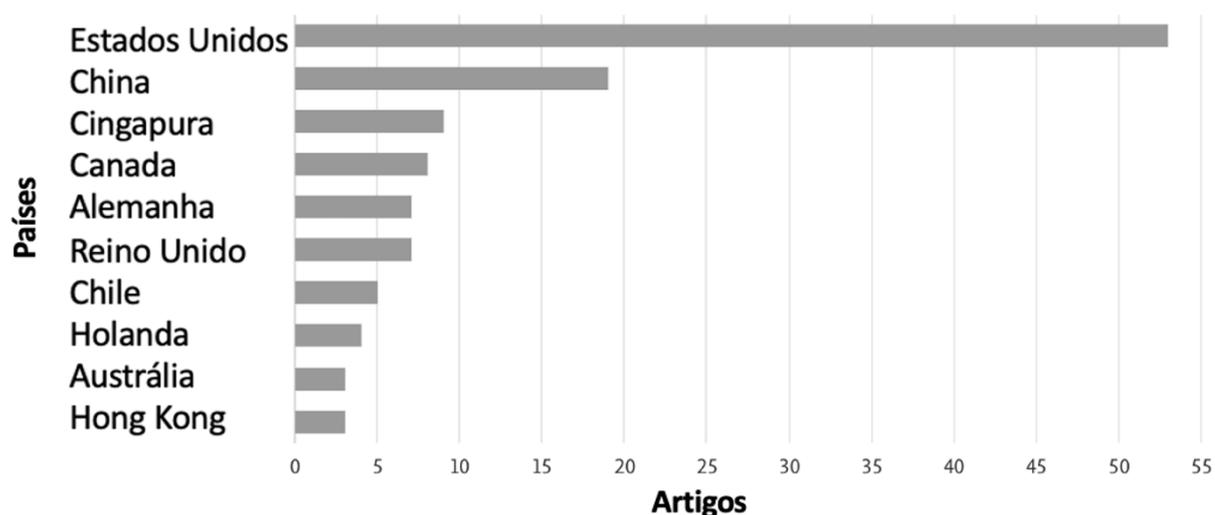
Analisando a produção acadêmica desde 2016 na plataforma *Scopus* percebe-se um crescimento ano após ano do número de artigos que trabalham o tema de conforme é mostrado na Figura 1. No total, ao longo desse período, tiveram 112 artigos publicados na plataforma. Embora, exista um crescimento constante de estudos desse modo de transporte, o número anual de artigos publicados ainda é muito inferior do que o número de artigos publicados que trabalham o tema do transporte público.

Figura 1- Número de artigos publicados por ano em que o termo *ridesourcing* aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*.



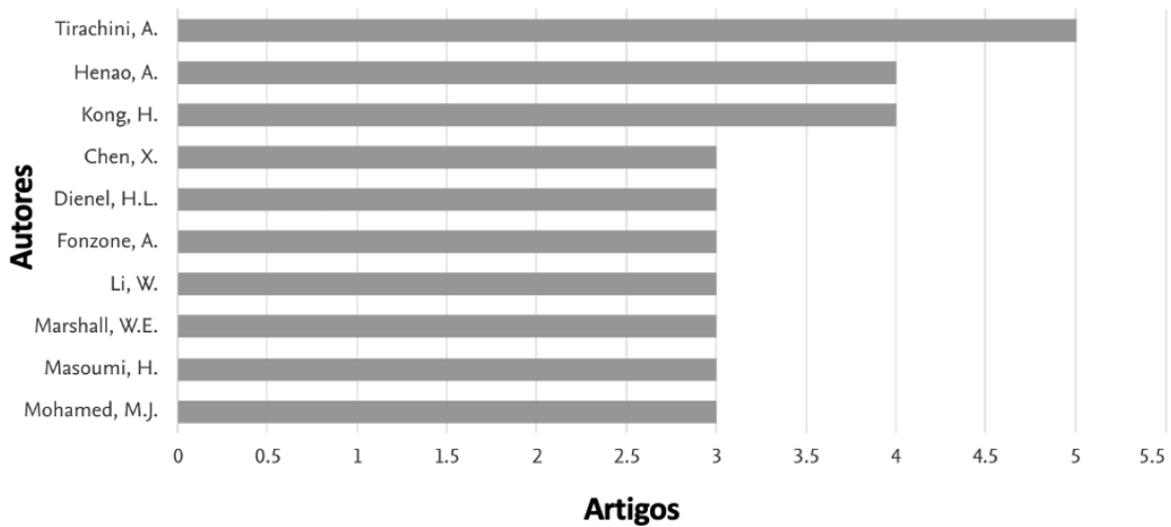
Analisando a produção por país, percebe-se que o maior produtor, com quase 50% dos artigos elaborados, são os Estados Unidos, seguidos da China, conforme mostra a Figura 2. Destaca-se que, entre os países de América Latina, apenas o Chile está presente na lista dos dez países com maior produção.

Figura 2 -Número de artigos publicados por país entre 2016-2020 em que o termo *ridesourcing* aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*.



A Figura 3 apresenta os autores que mais produziram artigos relacionados a esse tema dentro da plataforma.

Figura 3 - Número de artigos publicados por autor entre 2016-2020 em que o termo *ridesourcing* aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*.



A seguir, são apresentados de forma breve os principais temas desenvolvidos pelos três autores com maior produção. Tirachini produziu estudos em que avaliou o impacto do *ridesourcing* nos congestionamentos e na mudança do padrão de viagens (TIRACHINI, 2020; TIRACHINI et al., 2020). Também produziu estudos de caracterização dos usuários de *ridesourcing*, a maioria tendo como exemplo de caso a cidade de Santiago, no Chile (TIRACHINI e GOMEZ-LOBO, 2019; FIELBAUM e TIRACHINI, 2020).

Henao produziu, em sua maioria, estudos com um viés de análise dos impactos econômicos gerados pelo *ridesourcing*, a maior parte dos quais usando como exemplo de caso a cidade de Denver, nos Estados Unidos (HENAO e MARSHALL, 2019a; HENAO e MARSHALL, 2019b, HENAO e MARSHALL, 2019c; WENZEL et al., 2019). Por fim, Kong realizou estudos comparativos entre *ridesourcing* e outros modos de transporte, como transporte público em geral e táxis (KONG; ZHANG; ZHAO, 2020a; KONG; ZHANG; ZHAO, 2020b; JIN, 2019; JIN, 2018). A maior parte de sua produção utilizou a cidade de Chengdu, na China, como estudo de caso.

2.2 TRANSPORTE PÚBLICO POR ÔNIBUS

O transporte coletivo possui uma função-chave no padrão de viagens das cidades brasileiras. Estima-se que represente 28% da divisão modal brasileira, e a maior parte dessas

viagens são concentradas no transporte público por ônibus (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS, 2018). Mesmo assim, entre 1997 e 2017, o setor apresentou uma queda de mais de 35% no total de passageiros equivalentes transportados por veículo por dia nos sistemas de ônibus urbanos no Brasil (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2018).

Entre as principais causas para essa redução da demanda, destacam-se a atual crise econômica, os congestionamentos, a falta de priorização do transporte coletivo na agenda de políticas e investimentos do país e o crescimento da frota de automóveis e motocicletas (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS, 2016). Além disso, as opções de transporte responsivo à demanda caracterizam-se como um novo tipo de concorrência para o transporte coletivo (TAVARES, 2019). Em Porto Alegre, a queda de passageiros no transporte público por ônibus tem sido ainda mais intensa que a média nacional. A Figura 4 apresenta o número de passageiros equivalentes na cidade nos últimos 25 anos.

Enquanto em âmbito nacional o total de passageiros equivalentes diminuiu em torno de 35% nos últimos 20 anos, observando o cenário da cidade de Porto Alegre percebemos que na capital gaúcha essa redução foi ainda mais intensa: próxima de 50% no mesmo período. Nos últimos cinco anos essa diminuição de passageiros ocorreu de forma mais acelerada, diferente do que era projetado. Ladeira (2020) sugere que, ao longo dos últimos cinco anos, a queda já abrupta foi intensificada pelo início das operações de empresas de *ridesourcing* na cidade.

Adicionalmente, a queda da demanda do transporte público de passageiros histórica foi recentemente agravada pela pandemia de Covid-19, tanto em Porto Alegre quanto em outras cidades. Como consequência, e considerando que o transporte público é um dos pilares econômicos das cidades, a forma como o serviço é prestado está mudando, com a absorção das novas regras de distanciamento físico e higiene. Contudo, vale destacar que as informações deste estudo foram coletadas em um período anterior à entrada em vigor das primeiras medidas restritivas na cidade. Em resumo, o município de Porto Alegre já apresentava um sistema de transporte coletivo decadente, que possivelmente foi impactado de forma negativa pelo surgimento do *ridesourcing* e, além disso, também sofreu com impactos da pandemia de Covid-19, deixando o sistema em situação crítica.

A ineficiência do transporte público por ônibus também tem impacto direto na redução da demanda do setor. Com a queda do número de passageiros, a arrecadação tarifária é menor

e, portanto, existe a necessidade de se aumentar a tarifa. O aumento de tarifa, por sua vez, reduz ainda mais a atratividade de utilização do sistema. Esses fatores, unidos a outros já mencionados, contribuem para a formação do ciclo vicioso do transporte coletivo (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011; TAVARES, 2019). Além disso, quando comparado ao transporte motorizado individual, o transporte público por ônibus fica em desvantagem nos mais diversos aspectos, como confiabilidade, flexibilidade, segurança e conforto (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011).

A quebra desse ciclo vicioso – também conhecido como espiral da morte do transporte público – é fundamental para a promoção de cidades mais sustentáveis e equitativas. É necessária a criação de um ciclo virtuoso para o transporte coletivo, no qual o modo seja tratado com prioridade em relação ao transporte motorizado individual – um cenário em que o investimento em transporte público de qualidade seja uma realidade nas cidades. Para isso, tornar o transporte coletivo competitivo é fundamental, a fim de que ele se torne mais atrativo para novos usuários e também cative os passageiros que já utilizam o sistema – e investimentos na qualificação dos sistemas podem ser um vetor dessa mudança (TAVARES, 2019).

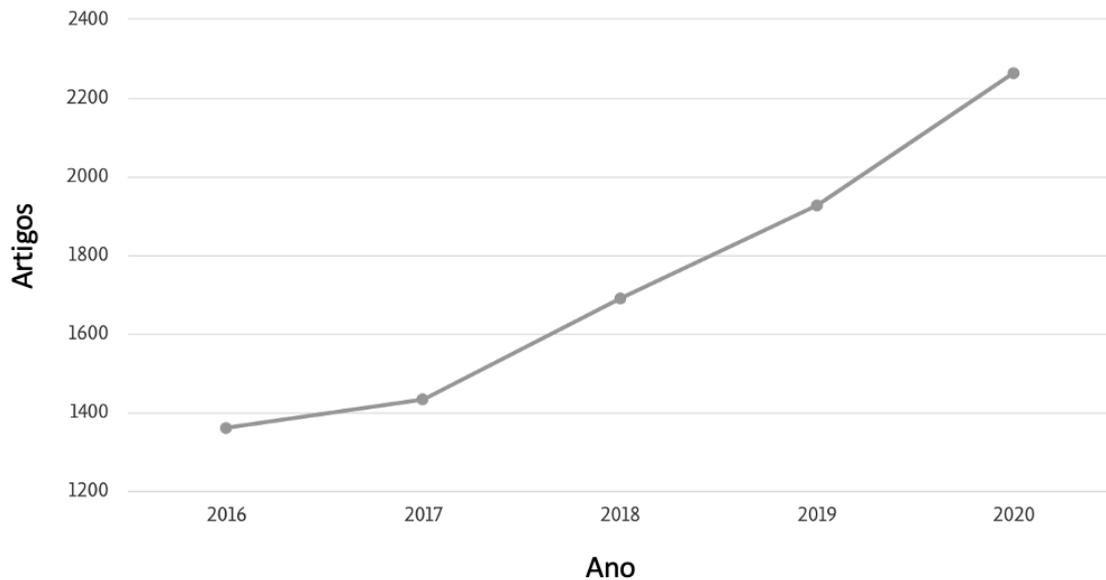
Bryant (2020) destacou o mesmo padrão de “espiral da morte” em escala nacional no transporte público dos Estados Unidos após os impactos econômicos da Covid-19. Sugere-se que, sem um subsídio ou pacote de recuperação de alcance nacional, em muitas cidades os sistemas não conseguirão manter suas operações. Estima-se que as faixas da população com rendas mais baixas, que já sofreram os impactos econômicos da pandemia de forma mais significativa, também seriam as mais afetadas num eventual colapso de sistemas de transporte coletivo.

Lindau (2019) também destaca a necessidade de se interromper a tradicional espiral da morte do transporte coletivo – definida por esse autor como ciclo de queda de passageiros e consequente aumento de tarifa. Contudo, essa interrupção tende a ser cada vez mais difícil de se realizar quando adicionamos fatores que aceleram esse círculo vicioso, como a Covid-19 e, potencialmente, a evolução do *ridesourcing*.

Analisando a produção acadêmica desde 2016 na plataforma *Scopus*, percebe-se um crescimento, ano após ano, do número de artigos que trabalham o tema. No total, ao longo desse período, 8.676 artigos foram publicados na plataforma. Os dados apresentados na Figura 4 destacam que o transporte público, tema tradicional de estudos na área de planejamento de

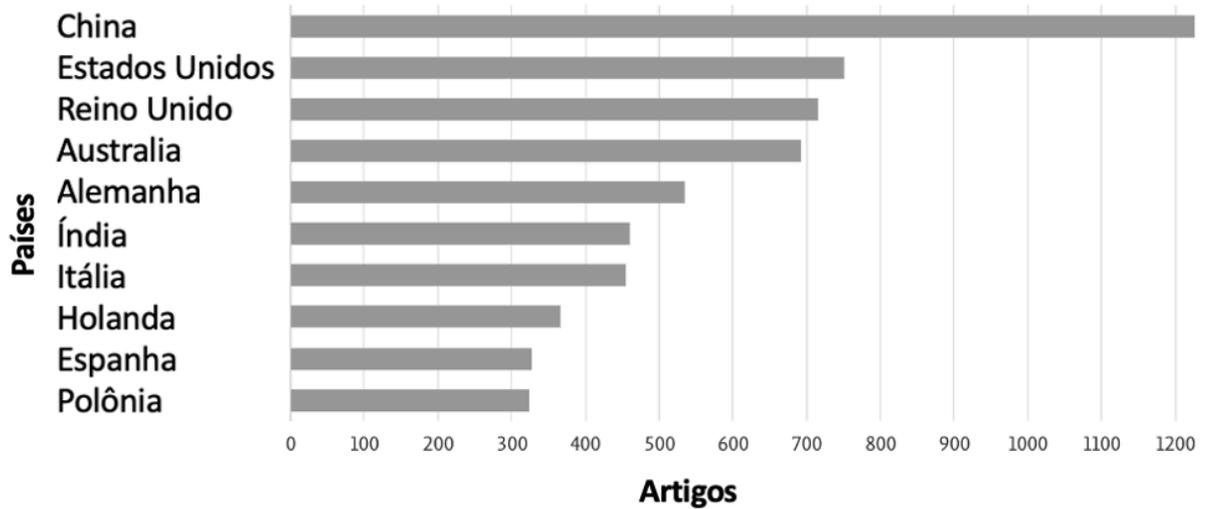
transportes, continua sendo foco de muitos pesquisadores. No período 2016-2020, considerando a mesma plataforma, o número de artigos produzidos a respeito foi quase 80 vezes maior do que os relacionados ao tema emergente *ridesourcing*.

Figura 4 – Número de artigos publicados em cada ano em que o termo *public transport* aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*.



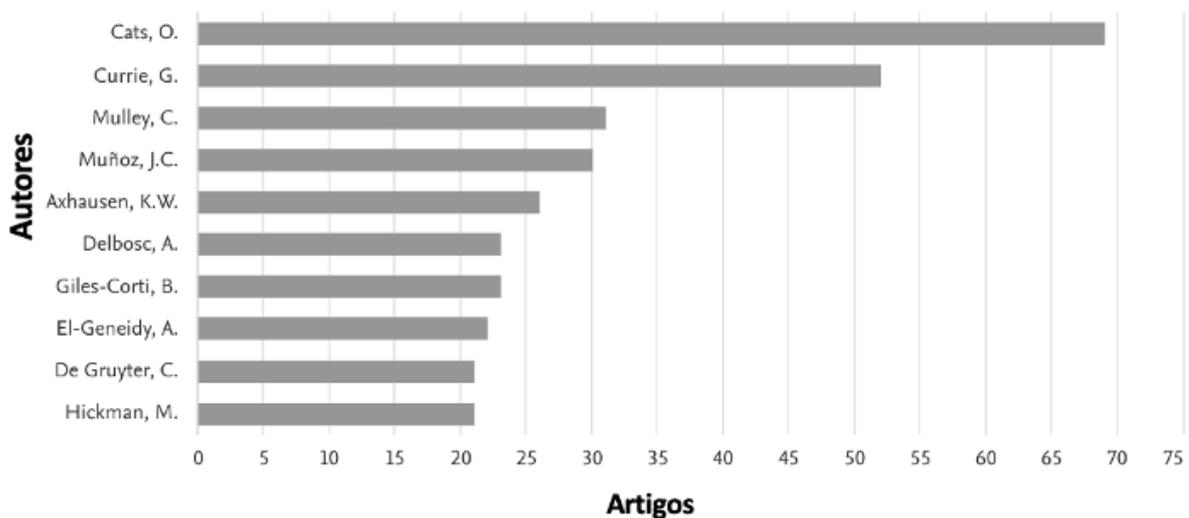
Analisando a produção por país, percebe-se que o maior produtor é a China, com mais de 1.200 artigos publicados na plataforma ao longo desse período de cinco anos (Figura 5). Contudo, vale destacar que diversos outros países também apresentam uma produção significativa a respeito. Destaca-se que, entre a lista dos dez países com maior produção, não temos nenhum país da América Latina.

Figura 5 – Número de artigos publicados por país entre 2016-2020 em que o termo *public transport* aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*



A Figura 6 apresenta os autores que mais produziram artigos relacionados a esse tema dentro da plataforma no período 2016-2020.

Figura 6 - Número de artigos publicados por autor entre 2016-2020 em que o termo *public transport* aparece no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*.



A seguir, são apresentadas de forma breve características dos três autores com maior produção. Cats, holandês da Universidade de Delft, foi autor ou coautor de 69 artigos que trabalharam com o tema de transporte público nos últimos anos. Entre os principais tópicos, desenvolveu artigos que trabalham com transporte público por ônibus, *bus bunching* e tempos de viagem (GRAVILIDOU, 2019; MOREIRA-MATIAS et al., 2016; CATS e LOUTOS, 2016).

Currie, autora australiana da Universidade de Monash, esteve envolvida na produção de 52 artigos no mesmo período. Entre os principais tópicos, desenvolveu artigos que abordam temas como acessibilidade e equidade no transporte público (CURRIE e FOURNIER, 2020; DELBOSC et al., 2016). Por fim, Mulley, da Universidade de Sidney, desenvolveu 31 artigos publicados na plataforma durante os últimos cinco anos. Os principais temas abordados por ela avaliam a relação entre o transporte público e a valorização imobiliária e também estudos de impacto de veículos leves sobre trilhos (VLT) (YEN; MULLEY; SHEARER, 2019; MULLEY; TSAI, 2017).

2.3 INFLUÊNCIA ENTRE OS DOIS MODOS

Certos perfis de usuários de transporte público por ônibus podem apresentar maior propensão ao uso de transportes por aplicativo sob demanda e, com isso, substituir algumas das viagens por esse novo modo. Neste estudo, levantamos a hipótese de que aqueles com maior propensão ao uso de novas tecnologias tendem a realizar essa migração de forma mais rápida. Outros podem possuir uma tendência ao uso do transporte individual motorizado (*ridesourcing* ou não) devido a diferentes fatores, como conforto e segurança (OVIEDO; GRANADA; JARAMILLO, 2020; TARABAY; ABOU-ZEID, 2019; FEIGON e MURPHY, 2016).

Jin (2019) afirma que a natureza das relações entre o *ridesourcing* e o transporte público tende a ser complementar ou competitiva. Essa natureza depende de fatores como período do dia e região da cidade. Em horários de pico, como início da manhã e final da tarde, nos centros urbanos, a competitividade entre os dois modos é clara. Já em horários mais variados, como noite e madrugada, observamos que o *ridesourcing* funciona melhor de forma complementar. Analisando regiões mais periféricas, e áreas na cidade onde o sistema de transporte público não atende da melhor forma, o *ridesourcing* também pode exercer uma função complementar, trazendo benefícios para seus usuários. Em resumo, a complementaridade entre o *ridesourcing* e sistemas de transporte público possui um aspecto temporal e um aspecto espacial que definem se esse tipo de influência ocorre ou não.

A relação de competição entre *ridesourcing* e transporte público é trabalhada em diversos estudos, muitos dos quais comprovam essa relação com a aplicação de questionários que buscam responder perguntas semelhantes a esta: “Se o *ridesourcing* não estivesse disponível, qual outro modo de transporte você utilizaria?” (FEIGON e MURPHY, 2016; RAYLE et al., 2016; HENAO, 2017; GEHRKE; FELIX; REARDON, 2018). Os resultados

apontam que entre 14% e 42% dos usuários do transporte por aplicativo sob demanda teriam escolhido o transporte público como opção se o *ridesourcing* não estivesse disponível (JIN; KONG; SUI, 2019). É importante destacar que a região onde ocorrem mais substituições de viagens tende a ser a região central das cidades. Dessa forma, observamos que as viagens que tendem a ser mais “baratas” para o operador do transporte público, considerando a relação passageiro-km, acabam migrando para o *ridesourcing*.

Clewlow (2017) diferenciou vários tipos de transporte público em sua análise e constatou que os modos geralmente mais afetados são o ônibus (modo de transporte que é também foco deste estudo) e o VLT, enquanto o transporte sob trilhos de maior capacidade costuma trabalhar de forma mais complementar ao *ridesourcing*. No Brasil, um estudo realizado em cinco cidades estima que, para uma transferência média de 3% de passageiros do transporte coletivo para o transporte sob demanda, o impacto nas empresas de transporte coletivo seria de aproximadamente R\$ 3,13 bilhões, podendo alcançar mais de R\$ 5,4 bilhões caso o número de passageiros perdidos seja maior (10%) (NTU, 2019).

Analisando a produção acadêmica desde 2016 na plataforma *Scopus*, percebe-se uma tendência de crescimento da análise conjunta de *ridesourcing* e transporte coletivo, à exceção de 2017, ano em que nenhum artigo foi publicado (Figura 7). No total, ao longo desse período, 33 artigos foram publicados na plataforma incluindo no título, resumo ou palavras-chave os termos *ridesourcing* e *public transport* (Figura 8). Para chegar a esses resultados, foi inserido na plataforma *Scopus* o seguinte termo de busca: TITLE-ABS-KEY (“public transport” AND “ridesourcing”).

Figura 7 - Número de artigos publicados por ano entre 2016-2020 em que o termo *public transport* e o termo *ridesourcing* aparecem no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*

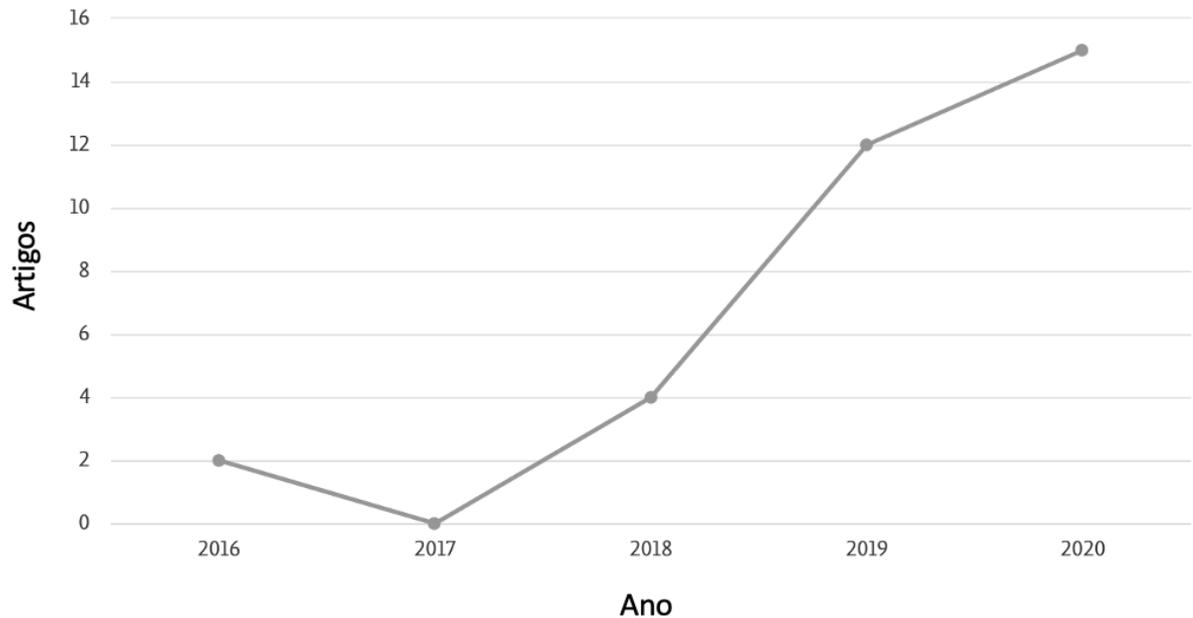
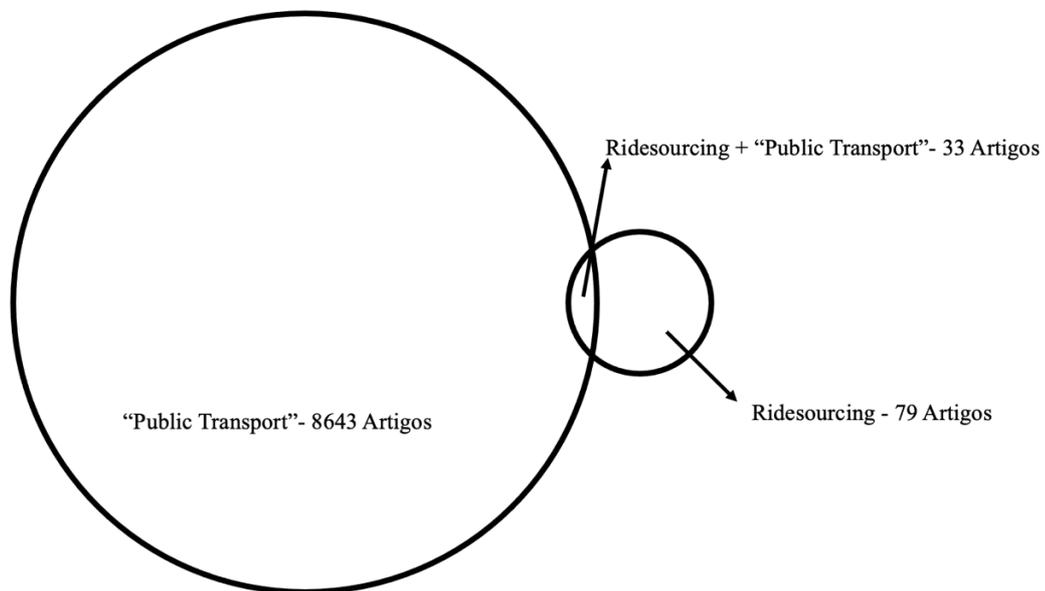
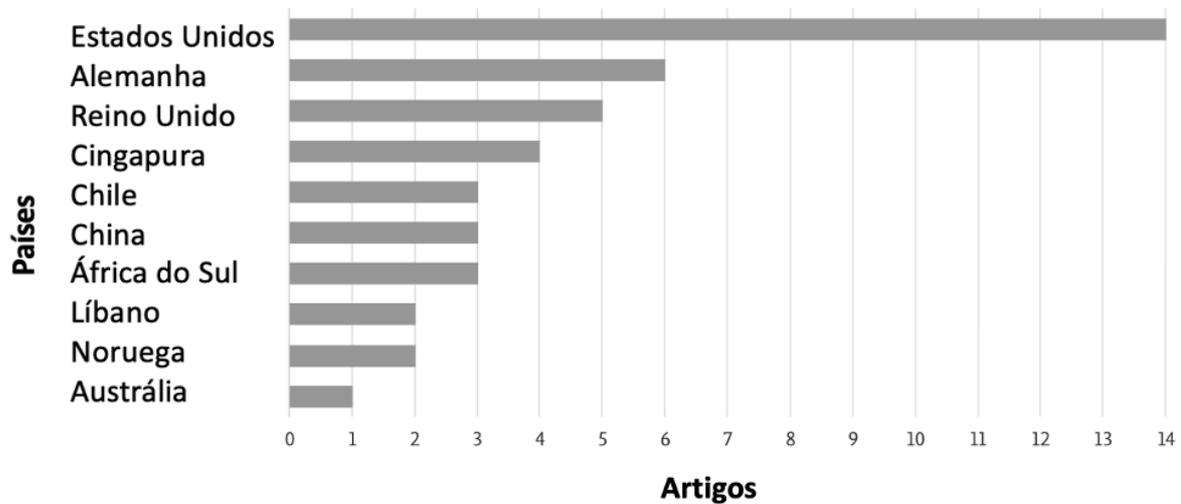


Figura 8 - Artigos publicados na plataforma *Scopus* entre 2016-2020 utilizando os termos *public transport* e *ridesourcing* separadamente e em conjunto em títulos, resumos ou palavras-chave



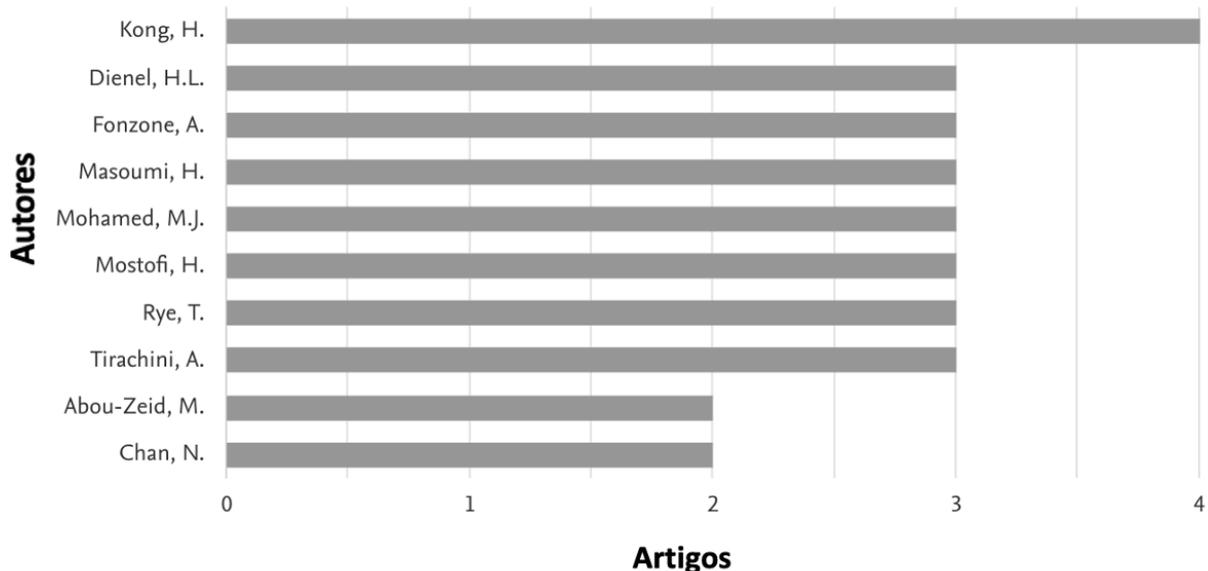
Analisando a interseção entre esses dois temas, encontra-se novamente uma predominância de artigos produzidos por autores americanos, mas vale notar a presença de diversos países em desenvolvimento na lista como África do Sul, Líbano e Chile (Figura 9).

Figura 9- Número de artigos publicados por país entre 2016-2020 em que o termo *public transport* e o termo *ridesourcing* aparecem no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma *Scopus*.



Analisando os principais autores da lista de artigos que realizam uma análise comparativa entre *ridesourcing* e transporte público (na plataforma *Scopus*, durante o período 2016-2020), é possível realizar agrupamentos (Figura 10).

Figura 10- Número de artigos publicados por cada autor entre 2016-2020 onde o termo “*public transport*” e o termo *ridesourcing* aparecem no título, resumo ou como palavra-chave na plataforma.



Dienel, Masoumi, e Mostofi escreveram três artigos tomando como estudos de caso as cidades de Teerã, no Irã, e Cairo, no Egito. Esses artigos analisam, além da relação entre *ridesourcing* e transporte público, a relação entre *ridesourcing* e outros modos de transporte, como caminhada e bicicleta (MOSTOFI; MASOUMI; DIENEL, 2020a; MOSTOFI; MASOUMI; DIENEL, 2020b; MOSTOFI; MASOUMI; DIENEL, 2020c).

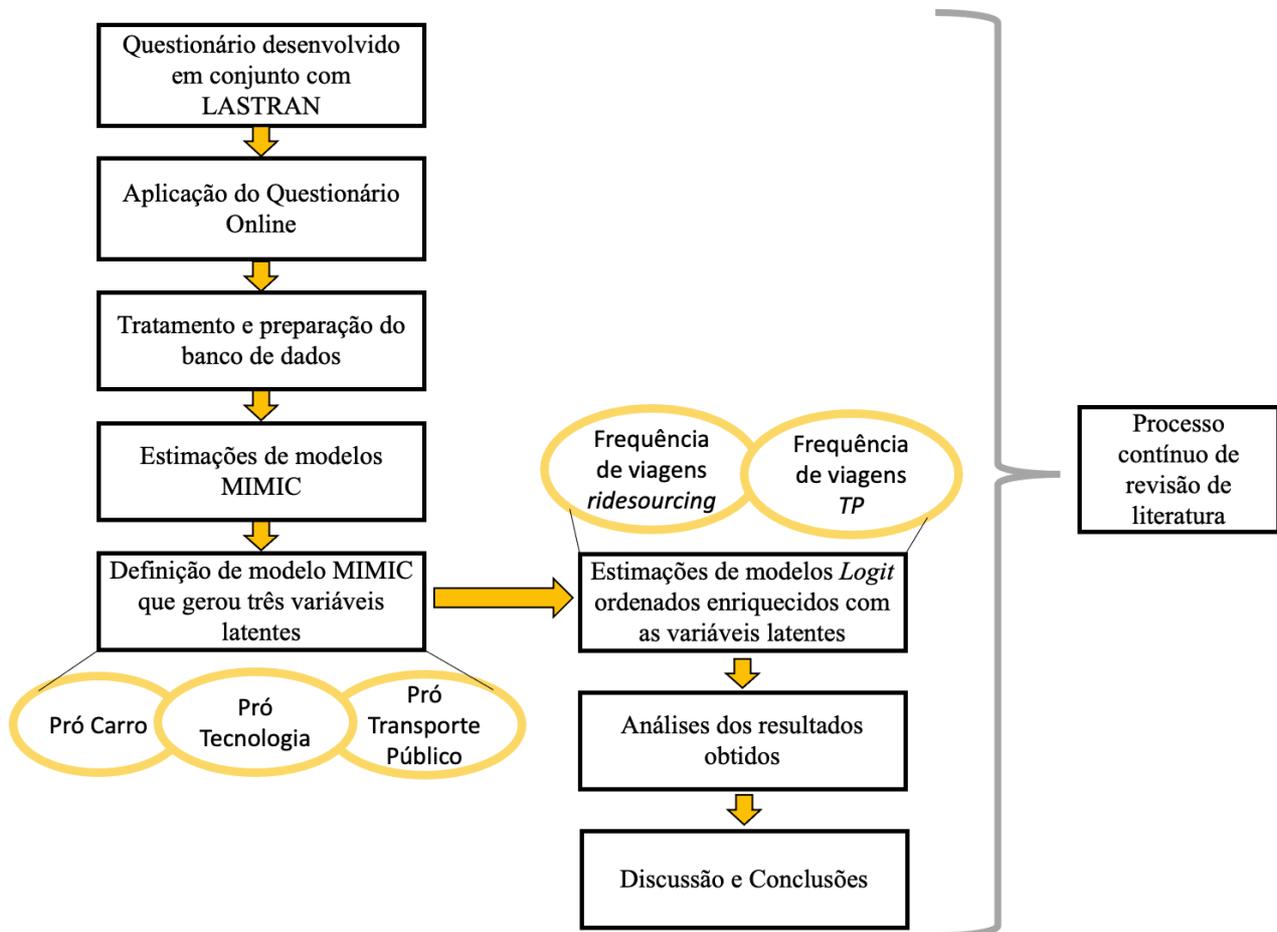
mais utilizados anteriormente a 2018 (cor mais próxima do azul). De fato, estudos que comparem táxis com *ridesourcing* vêm diminuindo em relação a parcela significativa de estudos que foi produzida logo após o surgimento massivo desse novo modo de transporte. Mais recentemente, analisando as cores mais próximas do amarelo, percebemos novos trabalhos que vem inserindo os temas de *shared ridesourcing* e *uberpool*, o que faz sentido uma vez que as empresas de *ridesourcing* estavam de fato passando a oferecer esse serviço. Contudo, na maioria dos países, esse serviço foi removido em 2020 devido à pandemia do Covid-19.

A maior parte desses estudos, porém, não estabelece uma análise do perfil de usuário que tende a utilizar tanto o transporte público por ônibus quanto o transporte com *ridesourcing*, seja de forma complementar ou substitutiva, considerando características atitudinais, opiniões e percepções. Os resultados encontrados neste trabalho permitem uma maior compreensão dessas características específicas e da influência delas neste nicho de usuário. Fatores como propensão ao uso de novas tecnologias, apego ao veículo individual motorizado e até mesmo apoio e valorização do transporte público são significativos para que se compreenda como esses dois modos se influenciam mutuamente.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta as etapas metodológicas da execução deste trabalho e, na sequência, traz uma breve definição e conceituação sobre as técnicas utilizadas no desenvolvimento. O método adotado seguiu uma abordagem de oito etapas para o desenvolvimento, coleta e análise dos resultados. A Figura 12 sistematiza as etapas metodológicas adotadas.

Figura 12 - Etapas de desenvolvimento da pesquisa



Primeiramente, foi desenvolvido um questionário online e aplicado com o auxílio do LASTRAN da UFRGS. Para este estudo, três seções do questionário foram utilizadas; as demais seções presentes no questionário foram utilizadas para outros estudos. As três seções utilizadas coletaram respostas com relação a perfil socioeconômico, frequência de viagens com diferentes modos e características atitudinais.

Posteriormente, os dados foram analisados e preparados para o processo de modelagem. A modelagem ocorreu em duas etapas, seguindo um processo de estimação sequencial: (i) determinação das variáveis latentes (características atitudinais) dos usuários através da geração de um modelo de múltiplas causas e múltiplos indicadores (MIMIC) e (ii) dois modelos *logit* ordenados em que as variáveis independentes utilizadas foram a frequência de uso de transporte sob demanda e a frequência de uso do transporte público por ônibus.

Por fim, os resultados obtidos foram analisados e comparados com outros trabalhos encontrados na literatura sobre o tema. Adicionalmente, um processo de revisão de literatura ocorreu de forma contínua e paralela ao longo de todas as etapas. A figura apresentada (Figura 4) mostra essas etapas já trazendo as variáveis latentes geradas no modelo MIMIC e as variáveis independentes modeladas no *logit* ordenado. Esses itens serão explicados com maior detalhe na sequência do capítulo.

Na estimação sequencial o problema foi tratado em dois estágios. Primeiramente, foram analisadas as características atitudinais dos indivíduos, estimando-se um modelo MIMIC. A partir das perguntas atitudinais incluídas no questionário, diferentes variáveis latentes foram propostas para representar as atitudes, utilizando técnicas de equações estruturais (SEM) (ALLEN; MUÑOZ; ORTÚZAR, 2018; THORHAUGE; HAUSTEIN; CHERCHI, 2016). Esse processo permitiu que análises a respeito de atitudes e percepções dos respondentes fossem incorporadas aos modelos de escolha que avaliavam indicadores com influência na frequência de viagens por *ridesourcing* e transporte público por ônibus. Em um segundo estágio, foram estimados esses modelos de escolha discreta, utilizando as variáveis latentes determinadas na etapa anterior, conjuntamente com variáveis socioeconômicas (RAVEAU et al., 2010).

Os modelos híbridos de escolha discreta (*logit* ordenado) gerados na etapa (ii) foram enriquecidos com as variáveis latentes resultantes da etapa (i) permitindo assim uma análise conjunta de características socioeconômicas (observáveis) e atitudinais (não-observáveis). Os dois subcapítulos contextualizam as técnicas de modelagem utilizadas.

3.1 MODELOS DE MÚLTIPLAS CAUSAS E MÚLTIPLOS INDICADORES - MIMIC

A primeira etapa referente ao processo de modelagem foi realizada através da estimação de modelos MIMIC onde três variáveis latentes foram construídas. As duas primeiras buscaram representar as preferências e valores do indivíduo em relação ao uso de carro (*Pró-carro*) e de transporte público por ônibus (*Pró-transporte público*). A terceira a propensão à utilização de novas tecnologias (*Pró-tecnologia*). As variáveis explicativas e indicadores relacionados a cada uma dessas variáveis latentes são apresentados no capítulo de resultados.

Modelos MIMIC são modelos econométricos estruturais, nos quais variáveis observáveis junto com múltiplos indicadores são utilizadas para determinar novas variáveis latentes não observadas diretamente. O construto latente consiste em uma variável inobservável que o pesquisador consegue definir em termos teóricos, mas que não pode ser mensurada diretamente. Contudo, pode ser representada ou medida por uma ou mais variáveis (indicadores). O modelo representa uma teoria, a qual pode ser radicada na experiência e prática ou pode confirmar um comportamento real. A modelagem estrutural permite o teste e eventual confirmação dessas teorias, uma vez que todas as relações são especificadas pelo pesquisador antes da estimação do modelo (LARRANAGA, 2012; HAIR e ANDERSON, 2010).

O modelo completo pode ser analisado separadamente em dois modelos: um modelo estrutural e um modelo de mensuração. No modelo de mensuração, estão definidas as relações entre as variáveis latentes e os indicadores. Os indicadores costumam ser respostas para perguntas de características atitudinais ou percepções do respondente. Sendo assim, essa parte trata da ligação entre os escores de um instrumento de medida e o construto teórico em estudo que esse instrumento foi designado para medir. O modelo estrutural define as relações entre as variáveis latentes e suas causas, como características socioeconômicas e atributos específicos do respondente na tomada de decisão. O modelo especifica como uma variável explicativa específica causa (direta ou indiretamente) mudanças nas variáveis latentes do modelo (LARRANAGA, 2012).

A equação estrutural (Equação 1) e a equação de mensuração (Equação 2) no modelo de variável latente podem ser expressas como:

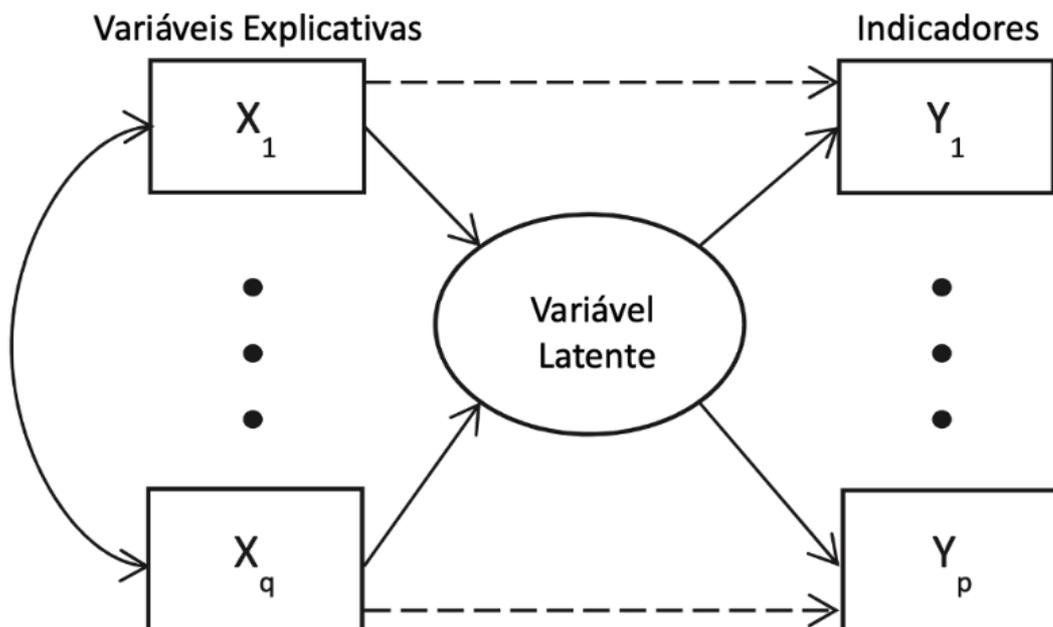
$$\eta = \Gamma X + \zeta, \quad (1)$$

$$\gamma = \Lambda \eta + \varepsilon, \quad (2)$$

Onde η é um vetor ($M \times 1$) de variáveis latentes e X é um vetor ($K \times 1$) de valores observados para as variáveis exógenas, que constituem as múltiplas causas observáveis. A matriz Γ ($M \times K$) contém coeficientes de regressão desconhecidos. Na Equação 2, γ é um vetor ($P \times 1$) de indicadores observáveis de η e Λ é uma matriz ($P \times M$) de cargas fatoriais. Tanto as perturbações estruturais ζ ($M \times 1$) como os erros de medição ε ($P \times 1$) são normalmente distribuídos e mutuamente independentes. Admite-se em todas as variáveis um valor esperado zero.

As interações entre as causas, variáveis latentes e indicadores de um modelo MIMIC são exemplificadas pela Figura 13, apresentada a seguir.

Figura 13- Modelo MIMIC exemplificado. Adaptado de: Allen, Muñoz e Ortúzar (2018).



O objetivo estatístico da modelagem estrutural é testar um conjunto de relações que representam múltiplas equações. Portanto, é necessária uma medida de ajuste ou precisão

preditiva que reflita o modelo geral, e não uma relação em particular. Assim, a modelagem estrutural difere de outras técnicas multivariadas por ser um método de análise de estrutura de covariância e não uma técnica de análise de variância. A diferença entre as matrizes de covariância observada e estimada é o guia principal na avaliação do ajuste do modelo. A estrutura do modelo teórico geralmente é realizada por meio do diagrama de caminhos, que faz a representação gráfica dos relacionamentos entre as variáveis do modelo. A estimação dos parâmetros é realizada geralmente utilizando a Estimativa de Máxima Verossimilhança (MLE).

3.2 MODELOS *LOGIT* ORDENADOS

O resultado do modelo MIMIC foi utilizado para calcular as variáveis latentes, que foram incluídas na segunda etapa da modelagem proposta. Esta etapa consistiu na estimação de modelos de escolha discreta (MED). Os MED são utilizados para descrever o comportamento dos indivíduos frente a um determinado conjunto de alternativas, como diferentes opções de transporte (GREENE e HENSHER, 2009). Os modelos de escolha discreta utilizados foram construídos conforme a teoria da utilidade aleatória, abordagem tradicional utilizada na modelagem da demanda (MCFADDEN, 1974). Baseiam-se no princípio da maximização da utilidade, no qual o tomador de decisão é modelado selecionando a alternativa de maior utilidade entre as disponíveis no momento da escolha.

Uma importante classe dos modelos de escolha discreta utiliza o pressuposto de que a variável aleatória da utilidade é Independente e Identicamente Distribuída (IID) entre as alternativas. Os modelos mais utilizados da família *logit*, como o modelo *logit* binário e *logit* multinomial, consideram esse pressuposto (GREENE e HENSHER, 2009; ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011). Contudo, no caso de alternativas de natureza ordenada, como nas afirmações sobre frequência de viagens, esse pressuposto é incompatível, já que esses modelos tradicionais estimam uma função de utilidade para cada uma das alternativas em cada afirmação. Em escolhas ordenadas, uma alternativa é similar à alternativa próxima a ela e menos semelhante às alternativas mais distantes, causando uma relação incompatível com o pressuposto dos erros IID (TRAIN, 2003).

Em virtude das considerações acima, os modelos estimados neste trabalho foram modelos *logit* ordenados e estes, por sua vez, foram enriquecidos com as variáveis latentes obtidas através da modelagem MIMIC, gerando assim modelos híbridos de escolha discreta. Embora muitos estudos utilizem modelos *probit/logit* multinomiais, hierárquicos ou mistos para modelar respostas ordenadas, o modelo *logit* ordenado é mais apropriado nesses casos. Quando a variável resposta é discreta, mas seus valores indicam uma ordem, é adequado utilizar modelos de natureza ordenada, pois a ordem das alternativas de resposta aporta informação adicional para a especificação do modelo (ORTÚZAR; WILLUMSEN, 2011; TRAIN, 2003).

O modelo *logit* ordenado, em vez de representar a probabilidade de escolha de cada alternativa, apresenta uma distribuição de probabilidade de escolha entre as quatro categorias apresentadas, representando sua escala de preferência. As categorias de probabilidades são

separadas por três limiares, definidos como μ_n , sendo que n varia de 1 até 3 para a escala utilizada como exemplo (GREENE e HENSHER, 2009).

Para os modelos estimados nesse estudo a variável dependente foi a frequência de viagens através do *ridesourcing* para o primeiro grupo de modelos e a frequência de viagens por transporte público por ônibus para o segundo. Em ambos, as categorias de frequência n variavam entre as seguintes quatro faixas: nenhuma vez ao mês, de 1 a 3 vezes ao mês, 1 vez por semana e 2 ou mais vezes por semana.

Para que a distribuição das probabilidades nas categorias seja calculada, a utilidade calculada para cada indivíduo é comparada com os limiares estabelecidos no modelo. A formulação matemática dessa distribuição é apresentada na equação a seguir (GREENE e HENSHER, 2009):

$$P_{jq} = F(\mu_j - V_q) - F(\mu_{j-1} - V_q) = \frac{e^{\mu_j - V_q}}{1 + e^{\mu_j - V_q}} - \frac{e^{\mu_{j-1} - V_q}}{1 + e^{\mu_{j-1} - V_q}}, \quad j=1,2,3,4 \quad (3)$$

Onde,

P_{jq} é a probabilidade da escolha do indivíduo q estar entre os limiares $(j - 1)$ e j ;

$F(\varepsilon)$ é a função cumulativa logística (para $j = 4$, a função $F(\mu_j - V_q)$ adota o valor 1 e para $j = 1$, a função $F(\mu_{j-1} - V_q)$ adota o valor 0);

V_q é a componente representativa da utilidade para o indivíduo q ; μ_j é o limite superior da categoria analisada;

μ_{j-1} é o limite inferior da categoria analisada.

O primeiro passo para avaliar o modelo foi examinar os sinais e os relativos valores que os coeficientes das variáveis assumiram na função de utilidade, a fim de verificar se estão coerentes com as expectativas do pesquisador. Quando diferentes modelos são estimados com a mesma base de dados, aquele que apresentar o maior valor da Função de Máxima Verossimilhança deve ser considerado o mais adequado. Para isso, é conveniente comparar o valor do Índice de Razão de Verossimilhança, chamado de *rho-squared* e representado pelo símbolo ρ^2 (BEN-AKIVA; MORIKAWA; SHIROISHI, 1992).

Os autores indicam que o ρ^2 de um modelo irá aumentar, ou pelo menos permanecer o mesmo, se novas variáveis forem incluídas na função de utilidade de um modelo. Para comparar modelos com diferentes variáveis, foi utilizado o Índice Ajustado de Razão de Verossimilhança, chamado de *adjusted rho-square* e representado pelo símbolo $\bar{\rho}^2$.

McFadden (1974) aponta que valores de *rho-squared* entre 0,2 e 0,4 são indicativos de modelos considerados muito bem estimados, mas não indicam valores de referência para *rho-squared* ajustado, que tendem a apresentar valores menores. Train (2003) afirma que, para modelos estimados com os mesmos dados, esses índices podem ser utilizados para definir quais modelos são mais adequados – no entanto, esses valores não podem ser utilizados para realizar nenhuma inferência entre modelos estimados com dados que não sejam idênticos.

Ortúzar (2011) salienta a importância de analisar se os coeficientes da função de utilidade são significativamente diferentes de zero. Para isso, é necessário que a variável seja significativa em um intervalo de 95% de confiança, utilizando o valor-p (menor que 0.05) ou valor reportado do Teste-t (maior em módulo que 1,96).

A comparação do ajuste dos modelos com e sem características atitudinais foi realizada utilizando o teste de Razão de Verossimilhança (*LR*) conforme a Equação 4 (BEN-AKIVA e LERMAN, 1985). Este teste é utilizado na comparação entre dois modelos, um dos quais deve ser uma versão restringida do outro. O valor do teste foi comparado com o valor da distribuição qui-quadrado (χ^2) com r graus de liberdade, onde r é o número de restrições lineares (parâmetros β). Caso o valor de *LR* seja maior que o valor de χ^2 , rejeita-se a hipótese de nulidade dos parâmetros no modelo restringido.

$$LR = -2 \{ LL(0) - LL(\beta) \} \quad (4)$$

Onde:

$LL(0)$ = logverossimilhança do modelo não restringido

$LL(\beta)$ = logverossimilhança do modelo restringido (com variáveis latentes)

4 DESCRIÇÃO DOS DADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Porto Alegre é a capital do estado mais ao sul do Brasil, Rio Grande do Sul. Em 2010, a população de Porto Alegre era de 1.409.351 habitantes vivendo em uma área de 497 km² (IBGE, 2010). Diversos municípios adjacentes, entretanto, formam com a capital uma extensa região metropolitana. A última pesquisa origem-destino realizada na cidade em 2003, embora defasada, mostra que 71% de todas as viagens são motorizadas – 25% delas são realizadas em veículos particulares, 43% em transporte público e 3% em outros modos. Os deslocamentos a pé representam 28% das viagens (EMPRESA PÚBLICA DE TRANSPORTES E CIRCULAÇÃO, 2004). No início de 2020, Porto Alegre contava com uma frota de mais de 20 mil veículos prestando o serviço de *ridesourcing* de forma ativa (DIÁRIO GAÚCHO, 2020).

4.2 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Os dados foram obtidos através de questionário online, aplicado entre outubro de 2019 e março de 2020, cujo público-alvo foram habitantes da cidade de Porto Alegre. A coleta de dados foi organizada pelo Laboratório de Sistemas de Transporte da UFRGS e o questionário foi divulgado através de redes sociais. O questionário completo utilizado é apresentado no Anexo I ao final deste trabalho. Após o encerramento do período de divulgação da pesquisa, obteve-se um total de 320 respondentes que concluíram o questionário online. A distribuição dos respondentes por idade e gênero foi levada em consideração durante a seleção da amostra, visando garantir maior proximidade com as distribuições observadas no Censo de 2010 para o município. A distribuição dos respondentes em relação aos modos de transporte utilizados também foi levada em consideração durante o período de coleta de dados, a fim de seguir a distribuição modal da cidade de Porto Alegre, completando os estratos faltantes com entrevistas presenciais. A pesquisa foi encerrada antes de entrarem em vigor as primeiras medidas restritivas que ocorreram em 2020 em decorrência da pandemia do Covid-19. Assim, tanto as respostas coletadas quanto a análise posterior não foram influenciadas pelas mudanças de padrões de deslocamento que ocorreram.

4.3 DEFINIÇÃO DA AMOSTRA E PERFIL

O questionário online realizado como foco em moradores da cidade de Porto Alegre atingiu uma amostra de 320 respostas. Essa quantidade atende ao alvo amostral de 273 respostas calculado considerando a população atual estimada do município de Porto Alegre de acordo com o IBGE. A amostra possui grau de confiança de 90% e uma margem de erro aceitável de 5%. Com o objetivo de tornar a amostra mais representativa, o estudo buscou compô-la respeitando a distribuição da população em termos de gênero, faixas etárias e modo de transporte principal durante a aplicação do questionário.

Para este estudo, três seções do questionário foram utilizadas; as demais seções presentes no questionário foram utilizadas para outros estudos. A primeira seção utilizada neste trabalho incluiu 11 perguntas com relação às características socioeconômicas dos usuários e do domicílio: idade, gênero, ocupação, renda familiar mensal, nº de carros por residência e nº de pessoas por residência. A Tabela 1 apresenta as distribuições dessas características da amostra. Também foram coletadas informações a respeito da escolaridade, posse ou não de carteira de habilitação (CNH), número de motos na residência, número de crianças na residência e número de adolescentes na residência.

É necessário destacar que a amostra apresenta alguns vieses, normalmente comuns em pesquisas executadas de forma online. Analisando as respostas para renda familiar mensal, considerando que 39% dos respondentes afirmaram morar apenas com uma outra pessoa na sua residência, e que 75% dos respondentes afirmaram possuir uma renda familiar mensal acima de R\$ 5.301,00, podemos inferir que os respondentes apresentam um maior poder aquisitivo do que a distribuição populacional do município cuja média da renda per capita, de acordo com o Censo de 2010, era de aproximadamente R\$ 1.750,00 na época. Adicionalmente, o nível de escolaridade dos respondentes foi bastante elevado, com uma parcela significativa dos respondentes afirmando possuir pós-graduação. Essa característica também difere da realidade para Porto Alegre, que, de acordo com a última Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada em 2018, possui aproximadamente apenas um quarto dos jovens com idade entre 18 e 24 anos matriculados no ensino superior.

Tabela 1- Características destacadas coletadas no questionário

Característica	Resultados	
Idade	18 a 23 anos	12%
	24 a 33 anos	36%
	34 a 43 anos	21%
	44 a 53 anos	12%
	54 a 63 anos	17%
	64 anos ou mais	3%
Gênero	Feminino	52%
	Masculino	48%
Ocupação	Empregado(a) do setor público	38%
	Empregado(a) do setor privado	22%
	Estudante	22%
	Proprietário(a)/sócio(a) de empresa	5%
	Autônomo(a)	5%
	Aposentado(a)	5%
	Desempregado(a)	2%
	Do lar	1%
Renda familiar mensal	Até R\$ 1.800	4%
	De R\$ 1.801 a R\$ 5.300	21%
	De R\$ 5.301 a R\$ 10.500	35%
	De R\$ 10.501 a R\$ 17.300	21%
	Mais de R\$ 17.300	19%
Número de carros na residência	Nenhum	21%
	1	44%
	2	29%
	3	6%
Número de pessoas na residência	1	14%
	2	39%
	3	23%
	4	18%
	5	5%

A segunda parte do questionário utilizada neste estudo foi referente à frequência média mensal/semanal de utilização dos diferentes modos de transporte. Essas informações foram obtidas por meio de sete perguntas. Os dados mostram que 33% dos respondentes realizaram viagens através de aplicativos sob demanda duas ou mais vezes por semana, um indicativo de como o *ridesourcing* já está inserido na rotina de uma parcela significativa da população. Também é importante destacar que 33% dos respondentes afirmaram também realizar viagens

de ônibus duas ou mais vezes por semana. A Tabela 2 apresenta a distribuição de frequência de uso dos diferentes modos de transporte analisados neste estudo.

Tabela 2 - Frequências de uso de modos de transporte

	Resultados			
	Nenhuma vez	De 1 a 3 vezes por mês	1 vez por semana	2 ou mais vezes por semana
Frequência ônibus	47%	16%	4%	33%
Frequência automóvel	16%	11%	11%	63%
Frequência <i>ridesourcing</i>	20%	31%	16%	33%
Frequência a pé	27%	17%	10%	46%
Frequência de bicicleta	77%	10%	5%	8%
Frequência de táxi	90%	8%	1%	1%
Frequência de trem	83%	8%	2%	6%

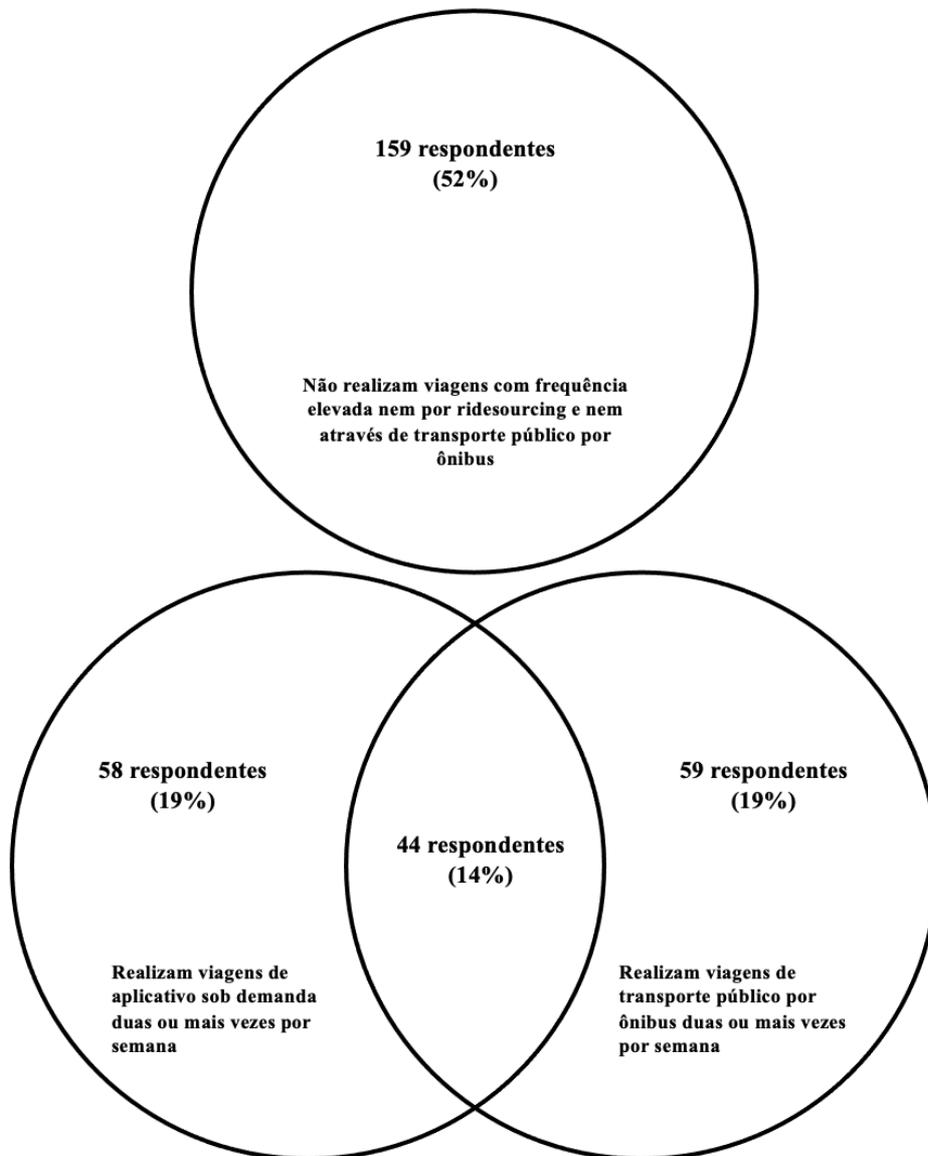
Por fim, a terceira seção do questionário também utilizada neste estudo trazia afirmações sobre características atitudinais e da percepção do respondente. Foi solicitado ao respondente classificar as afirmações de acordo com uma Escala *Likert* de cinco pontos, onde 1 era equivalente a “Discordo totalmente” e 5 a “Concordo totalmente”. A Tabela 3 apresenta algumas das afirmações realizadas cujos resultados foram utilizados posteriormente na pesquisa, bem como a distribuição das respostas das mesmas. No total, essa última seção apresentava 19 perguntas – três focadas nas atitudes e percepções referentes ao uso de novas tecnologias, dez a respeito das percepções sobre o transporte público, três sobre transporte individual motorizado e três sobre transporte sob demanda por aplicativo. A partir das perguntas utilizadas nessa seção, foi possível estimar as variáveis latentes que serão apresentadas no próximo capítulo.

Tabela 3- Descrição das características atitudinais

Características	Resultados				
	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Indiferente	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
<i>Ter conectividade Wi-Fi e/ou 3G/4G é essencial para mim</i>	14%	12%	17%	20%	37%
<i>Se locomover ficou muito mais fácil com o uso do smartphone</i>	2%	5%	10%	18%	65%
<i>Aprender a usar novas tecnologias é muitas vezes complicado</i>	32%	36%	18%	11%	2%
<i>Sempre que possível, prefiro usar transporte público a outros modos de transporte</i>	20%	24%	24%	13%	19%
<i>Gosto de usar transporte público</i>	26%	21%	26%	17%	10%
<i>Preciso do TP para realizar minhas atividades diárias</i>	45%	17%	9%	9%	20%
<i>Preciso de automóvel para realizar minhas atividades diárias</i>	27%	18%	19%	16%	21%
<i>Me sinto seguro quando me desloco em um automóvel</i>	3%	6%	25%	43%	16%
<i>Eu definitivamente quero ter um automóvel</i>	17%	16%	16%	13%	38%

Retomando as análises de frequência de viagem e analisando em maior profundidade os dois modos de transportes focos desse estudo, identificou-se que 48% dos respondentes afirmaram realizar duas ou mais viagens semanais de transporte público por ônibus e/ou duas ou mais viagens semanais de *ridesourcing*. Dentro desse grupo, 14% afirmaram realizar duas ou mais viagens semanais em ambos os modos de transporte. Essa análise mostra que muitos respondentes utilizam os dois modos de forma complementar, possivelmente de acordo com o tipo de viagem a ser realizada. A Figura 14 apresenta essas informações com clareza.

Figura 14 - Distribuição de respondentes por frequência de viagens realizadas utilizando *ridesourcing* e/ou transporte público por ônibus.



Outra análise importante diz respeito aos respondentes que afirmaram não utilizar o *ridesourcing* nenhuma vez no último mês: 20% dos respondentes (63) marcaram essa opção. Dentro desse grupo, 40% possuem mais de 54 anos. A relação entre baixa frequência de uso do *ridesourcing* e idade elevada, também foi destaque nos modelos estimados na sequência.

Considerando os respondentes que afirmaram não utilizar nenhuma vez o transporte público por ônibus no último mês, estes correspondem a 47% (145) da amostra. Dentro desse grupo, 28% possuem mais de 54 anos. Assim, observa-se que, embora a idade elevada esteja possivelmente relacionada a um menor uso dos dois modos foco deste estudo, esse fator parece ter uma correlação negativa mais significativa com a frequência de uso do *ridesourcing*.

Quanto ao perfil dos usuários mais frequente do *ridesourcing*, em relação à frequência de uso de transporte público observamos uma característica bastante heterogênea entre os respondentes: 32% dos usuários mais frequentes do *ridesourcing* afirmam não utilizar nunca o transporte público por ônibus. Em compensação, outros 44% afirmam também utilizar o transporte público por ônibus com uma frequência bastante elevada (duas ou mais vezes por semana).

Ao realizar a mesma análise invertendo os papéis entre *ridesourcing* e transporte público por ônibus, identificamos uma amostra mais homogênea, na qual uma parcela maior dos usuários de transporte público afirmar também utilizar o *ridesourcing* com frequência regular. Apenas 15% dos respondentes que utilizam o transporte público por ônibus mais de duas vezes por semana afirmam não ter o hábito de utilizar também o *ridesourcing* (informando que não o utilizam nenhuma vez ao mês).

Para compreender melhor a interação entre os diferentes modos de transporte, especialmente para usuários frequentes de mais de um modo de transporte, a análise levou em consideração quais dos usuários frequentes de transporte público por ônibus também eram usuários frequentes de outro modo de transporte. Na sequência, a mesma análise foi realizada para os usuários frequentes de *ridesourcing*. Os resultados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Análise da parcela de usuários frequentes de transporte público por ônibus ou de *ridesourcing* que também são usuários frequentes de ao menos um segundo modo de transporte.

Usuários de:	Que também são usuários frequentes de:	
	Transporte público por ônibus	<i>Ridesourcing</i>
Ônibus (duas ou mais vezes por semana)	-	36%
Trem (duas ou mais vezes por semana)	1%	11%
Automóvel (duas ou mais vezes por semana)	55%	61%
<i>Ridesourcing</i> (duas ou mais vezes por semana)	36%	-
Táxi (duas ou mais vezes por semana)	1%	0%
Bicicleta (duas ou mais vezes por semana)	12%	7%
A pé (duas ou mais vezes por semana)	47%	55%

Ao analisar os usuários frequentes de ônibus, observamos que mais da metade afirma realizar também duas ou mais viagens de automóvel por semana. Essa informação se conecta ao que foi informado a respeito do número de automóveis por residência. Entre os usuários frequentes de transporte público por ônibus, 23% afirmaram possuir dois ou mais carros em casa, 44% afirmaram possuir um automóvel na residência, enquanto 33% afirmaram não possuir carro. Assim, considerando o alto percentual de usuários com automóvel na residência, é coerente que eles utilizem esse modo um número significativo de vezes durante a semana, mesmo que o transporte público por ônibus seja o principal modo do respondente.

Na sequência, ainda analisando os usuários frequentes de transporte público por ônibus, observamos que 47% deles também realizam duas ou mais viagens por semana exclusivamente a pé. Entretanto, vale destacar que os outros 53%, em sua maioria, provavelmente também realizam viagens a pé de forma parcial, ao menos para se deslocar dos pontos de origem em direção às paradas de ônibus ou das paradas em direção aos pontos de destino. O mesmo não

ocorre no *ridesourcing* – o que pode ser preocupante em termos de sedentarismo, problema que aflige 47% da população brasileira de acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde) (GUTHOLD et al., 2018).

Aproximadamente um terço dos usuários frequentes de transporte público também são usuários frequentes de *ridesourcing*. Analisar essa fração de usuários é um ponto de importância significativa, pois nela residem usuários que podem mais facilmente passar a utilizar menos o transporte público por ônibus, pouco a pouco. Compreender as opiniões e percepções desses usuários é um dos objetivos deste estudo, como já comentado anteriormente.

Por fim, 12% dos respondentes usuários frequentes de transporte público por ônibus afirmaram fazer um uso frequente também da bicicleta para a realização de seus deslocamentos. Táxi e trem foram marcados como opções de uso frequente por apenas 1% dos respondentes, usuários frequentes de transporte público por ônibus. Após a chegada do *ridesourcing*, o serviço por táxi na cidade de Porto Alegre tem se limitado a alguns poucos nichos específicos.

Na sequência, a análise dos usuários frequentes de *ridesourcing* mostra que mais de 60% dos respondentes também são usuários frequentes do automóvel. Essa também é uma informação coerente, uma vez que dois terços desse grupo afirmaram possuir ao menos um automóvel em sua residência. Entretanto, mais da metade desses usuários possuem apenas um veículo em suas residências – e esse veículo, infere-se, deve ter suas viagens distribuídas entre as necessidades de mais de uma pessoa na residência, quando for o caso. Apenas quatro respondentes usuários frequentes de *ridesourcing* afirmaram possuir veículo individual próprio e morar sozinhos.

A parcela de usuários frequentes de *ridesourcing* que realiza duas ou mais viagens a pé por semana também é bastante significativa, com 55% dos usuários respondendo a essa afirmação. Contudo, o fato de 45% desse grupo de respondentes realizar menos de duas viagens a pé por semana é preocupante, especialmente quando consideramos que o *ridesourcing* é um modo de transporte no qual o cliente embarca exatamente em frente ao ponto de origem e desembarca exatamente em frente ao ponto de destino. A partir de 2019, vale destacar, entrou em operação na cidade de Porto Alegre, para algumas TNCs, um novo tipo de serviço por meio do qual o cliente compartilhava a viagem com outros usuários, pagando menos pelo deslocamento e precisando caminhar distâncias curtas para encontrar o veículo em uma rota

pré-definida. Atualmente, devido a questões sanitárias relacionadas à Covid-19, o serviço não se encontra mais disponível por nenhuma TNC em Porto Alegre.

O terceiro modo de transporte utilizado de forma frequente por uma parcela significativa dos respondentes que são usuários frequentes de transporte por aplicativo sob demanda é o transporte público por ônibus. Trinta e seis por cento dos respondentes desse grupo afirmaram também serem usuários frequentes de transporte público por ônibus (valor muito semelhante ao inverso – relação de usuários frequentes de transporte público por ônibus que também usam frequentemente o *ridesourcing*). A análise desse grupo de usuários assíduos dos dois modos em comum é mais bem trabalhada no decorrer deste estudo.

Em relação ao trem, 11% dos usuários frequentes de *ridesourcing* afirmaram também ser usuários frequentes desse modo. Aqui, essa relação foi bem mais representativa do que se comparada ao grupo de usuários frequentes do transporte público por ônibus (1%). Como apontado anteriormente, outros estudos mostram que a função complementar do *ridesourcing* vem sendo especialmente efetiva na integração com veículos sobre trilhos.

Por fim, a pesquisa não teve, entre os respondentes, nenhum usuário frequente de *ridesourcing* que tenha afirmado também fazer uso frequente do táxi (o que faz sentido, uma vez que são dois modos que prestam serviços extremamente semelhantes). Adicionalmente, apenas 7% dos usuários frequentes de *ridesourcing* afirmaram também ser usuários frequentes de bicicleta para deslocamentos cotidianos – valor bastante próximo, mas ainda um pouco acima, da fração de usuários de bicicleta na divisão modal da cidade.

Após essa análise de usuários frequentes, os respondentes que utilizam de forma conjunta o *ridesourcing* e o transporte público por ônibus foram filtrados e analisados em maior profundidade. Dentro da amostra inicial de 320 respondentes, 44 (14%) apresentaram esse perfil. A análise desse grupo revelou algumas peculiaridades: mais de 90% não moram com crianças e/ou adolescentes e mais de 80% tem menos de 33 anos.

Além disso, trata-se de um grupo de usuários que apresenta um perfil bastante orientado ao uso de novas tecnologias. O aspecto de predisposição ao uso de tecnologias é bastante trabalhado nos modelos cujos resultados são descritos no capítulo seguinte. Em suma, os dados coletados traçam o perfil do usuário frequente de *ridesourcing* e transporte público por ônibus de forma conjunta: jovem, não tem filhos e apresente predisposição ao uso de novas tecnologias. Vale ressaltar, entretanto, que isso não significa que essas pessoas necessariamente construam

suas viagens de forma a combinar os dois modos, embora isso possa acontecer. É possível que esses respondentes apenas utilizem um ou outro modo dependendo de características temporais e espaciais da viagem.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

A conclusão do período de aplicação do questionário e o tratamento e análises prévias dos resultados obtidos permitiram a geração de um banco de dados para a estimação de modelos econométricos. Esses modelos possibilitam a realização de testes de hipóteses a respeito de fatores que caracterizam opiniões e percepções dos respondentes (características atitudinais). Posteriormente, junto a outras características socioeconômicas, esses fatores foram novamente modelados com relação à frequência de viagens de *ridesourcing* e transporte público por ônibus, gerando os resultados apresentados a seguir.

5.1 MODELO MIMIC

No modelo de múltiplas causas e múltiplos indicadores proposto foram modeladas três variáveis latentes para representar as atitudes dos indivíduos em relação ao padrão de viagem e tecnologia. Essas variáveis são:

- *Pró-tecnologia* (Pro_Tecnologia): variável que se propõe a identificar o quão propenso o respondente é ao uso de novas tecnologias (podendo assim aderir mais facilmente ao uso de transportes por aplicativo sob demanda, por exemplo).
- *Pró-transporte público* (Pro_Transporte_Publico): variável que identifica o quão propenso o respondente é ao uso do transporte público, seja por valores sociais, necessidade e/ou praticidade.
- *Pró-carro* (Pro_Car): variável que identifica o quão propenso o respondente é a realizar suas viagens com um automóvel e possuir ou almejar a posse de um veículo individual motorizado.

Essas variáveis não observáveis foram construídas através de indicadores atitudinais e variáveis socioeconômicas dos respondentes. Os indicadores atitudinais correspondem às perguntas atitudinais realizadas no questionário e as variáveis socioeconômicas foram extraídas das perguntas de caracterização dos indivíduos incluídas na primeira parte do questionário de pesquisa. O Quadro 1 apresenta um resumo das variáveis explicativas que foram utilizadas nos modelos MIMIC. Para simplificar a terminologia para a estimação do modelo, as perguntas

relacionadas com as variáveis socioeconômicas também foram suprimidas em termos curtos de acordo com o Quadro 2.

Quadro 1 - Equivalência entre termos apresentados como causas no modelo MIMIC e perguntas/afirmações do questionário realizado.

Termo utilizado no modelo	Pergunta/afirmação do questionário
smartphone	Se locomover ficou muito mais fácil com o uso do meu smartphone
difícil_usar_app	É difícil para mim usar aplicativos de transporte
novas_tec	Aprender a usar novas tecnologias é muitas vezes complicado.
transporte_pub_user	Sempre que possível, prefiro usar transporte público do que outros modos de transporte.
transporte_pub_entus	Eu gosto de usar transporte público.
transporte_pub_neces	Preciso do transporte público para realizar minhas atividades
seg_carro	Me sinto seguro quando me desloco em um automóvel.
carro_need	Preciso de automóvel para realizar minhas atividades diárias.
carro_poss	Eu definitivamente quero ter um automóvel.
evit_transp_ind_fut	Pretendo evitar modos de transporte individual no futuro próximo.

(Fonte: elaborado pelo autor)

A segunda parte do modelo, que pode ser chamada de modelo de mensuração, avalia as relações entre as variáveis não observáveis e os indicadores não causais.

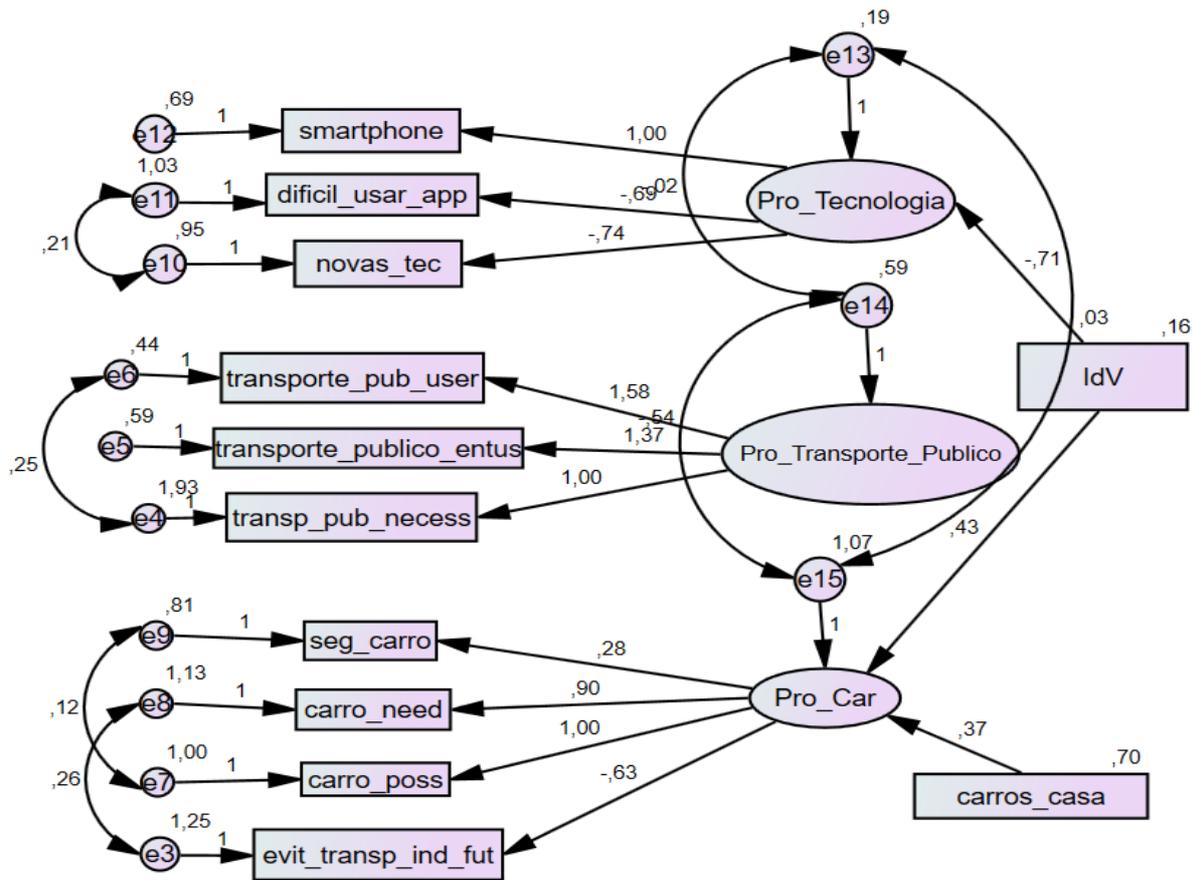
Quadro 2 - Equivalência entre termos apresentados como indicadores no modelo MIMIC e perguntas/afirmações do questionário realizado.

Termo utilizado no modelo	Pergunta/afirmação do questionário
IdV	Idade avançada: variável <i>dummy</i> para idade que considera apenas respondentes com mais de 64 anos
carros_casa	Quantos automóveis possui na sua residência?

(Fonte: elaborado pelo autor)

Os termos listados nos Quadros 1 e 2 são visualizados na Figura 15, que resume os resultados do modelo e as influências existentes entre variáveis explicativas, variáveis latentes e indicadores.

Figura 15- Resultados do modelo MIMIC



Tanto as representações gráficas do diagrama de caminhos quanto a estimação do modelo foram realizadas no software IBP SPSS Amos 18. O modelo MIMIC gerado apresentou ajuste satisfatório e, portanto, valida hipóteses iniciais. Os indicadores atitudinais testados foram significativamente diferentes de zero (para 95% de confiança) na construção das variáveis latentes, e os sinais dos coeficientes dos indicadores são condizentes com a teoria proposta e supostos prévios. Quanto aos parâmetros do ajuste do modelo geral, RMSEA resultou em 0,074, GFI igual a 0,938 e PNFI em 0,599, considerados bons ajustes para o modelo em questão. A Tabela 5 apresenta um resumo desses parâmetros e coeficientes estimados. Por fim, encontramos também uma influência significativa e de valor positivo entre a variável latente *Pró-carro* e o número de carros na residência do respondente, mostrando que os valores socioculturais do respondente impactam na opção do mesmo pela aquisição ou não de um automóvel próprio.

Tabela 5 - Resultado das estimações do modelo MIMIC

Variável Dependente		Causas	Estimativa	E.P.	C.R.	P
Pro_Car	<---	IdV	0,428	0,15	2,859	0,004
Pro_Car	<---	carros_casa	0,373	0,074	5,041	***
Pro_Tecnologia	<---	IdV	-0,705	0,133	-5,284	***
transp_pub_necess	<---	Pro_Transporte_Publico	1			
transporte_publico_entus	<---	Pro_Transporte_Publico	1,365	0,201	6,792	***
transporte_pub_user	<---	Pro_Transporte_Publico	1,575	0,185	8,498	***
carro_poss	<---	Pro_Car	1			
carro_need	<---	Pro_Car	0,901	0,103	8,775	***
seg_carro	<---	Pro_Car	0,282	0,056	5,033	***
novas_tec	<---	Pro_Tecnologia	-0,742	0,222	-3,341	***
smartphone	<---	Pro_Tecnologia	1			
dificil_usar_app	<---	Pro_Tecnologia	-0,686	0,219	-3,136	0,002
evit_transp_ind_fut	<---	Pro_Car	-0,626	0,089	-7,032	***
Número de parâmetros estimados	32					
Graus de liberdade (df)	46					
PNFI	0,599					
GFI	0,938					
RMSEA	0,074					

A análise da variável latente criada *Pró-tecnologia* mostra que esta é influenciada de forma positiva principalmente pela variável explicativa “smartphone”, mas também apresenta correlações negativas com as variáveis *dificil_usar_app* e *novas_tec*. Essas são relações de influência coerentes, uma vez que as hipóteses prévias presumiam que um respondente com dificuldade no uso de aplicativos ou novas tecnologias não seria um respondente conectado a avanços disruptivos e tecnológicos.

Ao analisar a variável latente criada *Pró-transporte público*, observamos que esta é influenciada de forma positiva pelas três variáveis explicativas ligadas a ela. A variável *transporte_pub_user* possui maior importância na formação dessa variável não observável, o que está de acordo com a hipótese de que um respondente *Pró-transporte público* deve valorizar

e dar prioridade a este modo sempre que possível. Já a variável *transporte_pub_necess* possui influência mais baixa, embora também positiva. Na teoria, que essa variável tenha menos influência também é um resultado coerente, uma vez que muitas pessoas precisam utilizar o transporte coletivo, mas, se tivessem outras opções (como adquirir um veículo individual motorizado), substituiriam o transporte público por ônibus por essas alternativas. Logo, o vínculo com o transporte público por ônibus de uma parcela desses respondentes não leva em consideração razões culturais ou valores, mas sim a falta de outras opções.

A terceira variável latente criada é a variável *Pró-Carro*. Essa variável não observável foi composta por quatro causas, três delas positivamente relacionadas e uma delas negativamente relacionada. As três variáveis com influência positiva são referentes às afirmações de sensação de segurança dentro do carro, necessidade de um automóvel para seus deslocamentos e vontade de possuir um carro próprio, listadas aqui em escala crescente de importância para a construção da variável latente. A quarta variável exerce uma influência inversamente e apresenta uma hipótese clara para essa confirmação. No questionário, na afirmativa referente a essa variável, o respondente avaliava se não pretendia utilizar o transporte individual motorizado no futuro, decisão que muitas vezes pode estar relacionada a valores sustentáveis ou até mesmo a objetivos de qualidade de vida.

Os indicadores presentes na parte de mensuração do modelo foram dois: idade avançada (acima de 64 anos) e número de automóveis na residência. O primeiro foi correlacionado com duas variáveis latentes: *Pró-tecnologia* e *Pró-carro*. Analisando a correlação com a primeira variável, observou-se uma relação inversa, que também está de acordo com as hipóteses iniciais, uma vez que na terceira idade a facilidade e predisposição ao uso de tecnologias disruptivas não é tão comum. Por outro lado, a correlação entre idade avançada e a variável *Pró-carro* foi positiva, o que pode ter relação com os valores dessa geração, ainda mais orientados à posse do carro.

5.2 MODELOS LOGIT ORDENADOS

A construção dos modelos ordenados seguiu uma abordagem *stepwise*, considerando as variáveis socioeconômicas e de frequência de uso de diferentes modos de transporte que foram significativas e adicionando as variáveis latentes estimadas a partir do modelo MIMIC (*Pró-*

tecnologia, Pró-transporte público e Pró-carro). O software utilizado para a estimação desses modelos foi o *Biogeme*, versão Pandas 3.2.6 (BIERLAIRE, 2020).

5.2.1 Frequência de viagens com *ridesourcing*

A Tabela 6 apresenta os principais resultados de dois modelos estimados. O primeiro considerou as três variáveis latentes geradas pelo modelo MIMIC, configurando, assim, um modelo híbrido de escolha discreta. O segundo modelo estimado utilizou as mesmas variáveis, porém excluindo as três variáveis latentes. Dessa forma, é possível comparar os resultados dos modelos híbridos, que incluem as características atitudinais, com aqueles que não consideram estas variáveis. Assim, compreender as características observáveis e não-observáveis que influenciam a frequência de viagens dos usuários de *ridesourcing*.

As análises apresentadas na sequência são referentes ao modelo com variáveis latentes que apresentou melhor ajuste (no modelo sem variáveis latentes, duas variáveis não foram significativas considerando o Teste-t). O modelo apresentou um ajuste aceitável (Pseudo-R²= 0,109). Os parâmetros Valor-p e Teste-t foram significativos para todas as variáveis do primeiro modelo. Analisando os coeficientes estimados, é possível identificar quais variáveis possuem mais influência na frequência de viagens por *ridesourcing*.

Tabela 6 - Resultados do Modelos *Logit* Ordenados de Escolha Discreta para Frequência de Viagens por *Ridesourcing*

Variáveis	Modelo com variáveis latentes			Modelo sem variáveis latentes		
	Coefficientes estimados	Valor-p	Teste-t	Coefficientes estimados	Valor-p	Teste-t
<i>Frequência alta ônibus</i> (duas ou mais vezes por semana)	0,636	0,0226	2,28	0,494	0,0595	1,88
<i>Frequência média ônibus</i> (uma vez por semana)	1,49	0,0122	2,5	1,32	0,0181	2,36
<i>Frequência alta carro</i> (duas ou mais vezes por semana)	0,803	0,00717	2,69	0,26	0,294	1,05
<i>Idade avançada</i> (+54 anos)	-0,772	0,0107	-2,55	-1,58	*****	-6,46
<i>Pró-carro</i>	-0,82	*****	-4,1	#	#	#
<i>Pró-transporte público</i>	-0,792	0,00268	-3	#	#	#
<i>Pró-tecnologia</i>	1,36	0,00039	3,55	#	#	#
delta2	1,75	0	10,6	1,63	0	10,6
delta3	0,839	*****	7,6	0,776	*****	7,58
tau1	-2,37	*****	-4,16	-1,7	*****	-6,15
Log-verossimilhança final	-372,4708			-388,3873		
Pseudo-R ²	0,109			0,0786		

A análise dos coeficientes estimados em módulo mostra que a variável *Pró-tecnologia* é a que possui o segundo valor mais alto. Esperava-se que essa característica atitudinal do respondente exercesse, de fato, considerável influência na frequência de viagens desse modo, uma vez que o transporte por aplicativo sob demanda é uma possibilidade de deslocamento recente (menos de cinco anos) e que demanda conhecimento do uso de aplicativos no smartphone. Assim, pode-se afirmar que a grande maioria dos usuários que utilizam essa opção são, sim, usuários com uma maior aptidão e/ou interesse em novas tecnologias.

A variável *Idade avançada* apresentou uma influência negativa com um coeficiente estimado de -0,772. Respondentes de idade mais avançada apresentaram uma menor frequência de viagens por aplicativo. Esse resultado está de acordo com outros estudos recentes que também apresentam essa tendência, especialmente com relação à terceira idade (BANSAL et al., 2020; BARBOUR; ZHANG; MANNERING, 2020). Em seu estudo, realizado nos Estados Unidos, Bansal et al. (2020) observa que o número de viagens realizada por usuários cai exponencialmente depois dos 44 anos. É importante destacar uma conexão clara entre idade e predisposição a novas tecnologias que se confirmou também no modelo MIMIC. Sikder (2019) também constatou que o uso do *ridesourcing* é mais comum entre jovens adultos, podendo levar essa nova geração a escolher por não possuir um carro próprio no futuro.

A variável latente *Pró-carro* apresentou um coeficiente estimado negativo (-0,82). O uso do *ridesourcing* de fato colabora para que o imaginário social da valorização do carro próprio mude. Com o crescente surgimento de novas opções de mobilidade, como o transporte por aplicativo sob demanda, o automóvel privado perdeu praticidade em diversos casos. Por meio de um estudo realizado na região de Paris com usuários de *ridesourcing*, Bekka (2020) aponta que a posse média de carros por domicílio diminuiu de forma significativa desde que passaram a utilizar essa nova opção de transporte. Os respondentes desse estudo em particular apontaram o *ridesourcing* como um dos fatores preponderantes nessa decisão.

A última variável de destaque a ser analisada é a variável latente *Pró-transporte público*. Ela apresentou um coeficiente estimado de -0,553, o que mostra uma relação negativa entre o usuário que valoriza o transporte público e o número de viagens realizadas por *ridesourcing*. Pode-se supor que os respondentes com maior tendência a serem mais *Pró-transporte público* não encontram no *ridesourcing* um modo substituto, ao menos não para a maioria de viagens realizadas. Contudo, é importante destacar que o *ridesourcing* possibilita viagens antes não

realizadas e também pode ser utilizado de forma complementar ao TP (ZGHEIB; ABOU-ZEID; KAYSI, 2020).

O modelo também foi composto por três outras variáveis relacionadas à frequência de uso de outros modos de transporte. Estudos apontam que o *ridesourcing*, nas cidades onde se insere, pode influenciar o aumento da intermobilidade – ou seja, a população passa a utilizar um número maior de modos diferentes de transporte em sua rotina (LE VINE, S.; ADAMOU, O.; POLAK, J.; 2014; LE VINE, S. et al. 2014; KOPP; GERIKE; AXHAUSEN, 2015). A variável *Frequência média ônibus* apresentou o maior coeficiente estimado (1,49), mostrando que os usuários que fazem mais uso do *ridesourcing* também mantêm um uso moderado do transporte público por ônibus (em torno de um dia por semana, pelo menos).

A variável *Frequência alta ônibus* também apresentou um coeficiente estimado positivo (0,636), porém menor do que o coeficiente da variável *Frequência média ônibus*. A partir desse resultado, pode-se supor que uma parcela dos usuários que tendem a utilizar mais o *ridesourcing* utilizam também de forma frequente o transporte público por ônibus. O resultado dessa variável mostra uma possível complementaridade entre os dois modos, ao menos para um determinado perfil de usuário.

A última variável analisada no modelo é *Frequência alta carro*, que apresentou um coeficiente estimado positivo no valor de 0,803. Dado que 44% dos respondentes afirmaram possuir um automóvel em sua residência, identifica-se o uso possivelmente complementar desses dois modos. Ou seja: é possível que usuários que realizam um grande número de deslocamentos em sua rotina alternem entre carro próprio e *ridesourcing* de acordo com o contexto de cada viagem.

A comparação entre o modelo restringido (sem variáveis latentes) e o modelo híbrido (com variáveis latentes) foi realizada utilizando o teste da razão de verossimilhança (LR) conforme descrito na Equação 4. O valor do teste foi 31,833, sendo que o valor da distribuição Qui-quadrado para 3 graus de liberdade (10 parâmetros estimado no modelo híbrido e 7 parâmetros no modelo restringido) e 95% de confiança é 7,81 ($LR > \chi^2_{3, 95\%}$), indicando que existe diferença significativa entre ambos os modelos para 95% de confiança. Assim, o modelo híbrido mostrou melhor ajuste, representando de forma mais adequada a frequência de viagens realizadas por *ridesourcing* em Porto Alegre.

5.2.2 Frequência de viagens com transporte público por ônibus

A Tabela 16 apresenta os principais resultados de dois modelos estimados. O primeiro considerou a variável latente *Pró-transporte público* gerada pelo modelo MIMIC, configurando, assim, um modelo híbrido de escolha discreta. As outras duas variáveis latentes (*Pró-carro* e *Pró-tecnologia*) não foram significativas para este modelo híbrido. O segundo modelo estimado utilizou as mesmas variáveis do modelo anterior, porém removeu a variável latente *Pró-transporte público*, constituindo um modelo *logit* ordenado tradicional. Dessa forma, é possível mostrar que os resultados de modelos híbridos, que levam em conta as características atitudinais, apresentam melhores ajustes para compreender as razões que influenciam a frequência de viagens dos usuários também de transporte público.

As análises apresentadas na sequência são referentes ao primeiro modelo, que apresentou o melhor ajuste. O modelo apresentou um ajuste muito bom (Pseudo- $R^2 = 0,325$). Os parâmetros Valor-p e Teste-t foram significativos para todas as variáveis do primeiro modelo. Analisando os coeficientes estimados, é possível tirar conclusões a respeito de quais variáveis possuem mais influência na frequência de viagens por transporte público por ônibus.

Tabela 7 - Resultados dos Modelos *Logit* Ordenado de Escolha Discreta para Frequência de Viagens em Transporte Público por Ônibus

Variáveis	Modelo com variável latente			Modelo sem variável latente		
	Coefficientes estimados	Valor-p	Teste-t	Coefficientes estimados	Valor-p	Teste-t
<i>Frequência alta ridesourcing</i> (duas ou mais vezes por semana)	0,984	0,000216	3,7	0,847	0,000862	3,33
<i>Frequência alta carro</i> (duas ou mais vezes por semana)	-1,06	0,000224	-3,69	-1,81	*****	-6,91
<i>Idade média-avançado</i> (+34 anos)	-1,32	0,00123	-3,23	-1,29	0,000887	-3,32
<i>Nº de pessoas na residência</i>	0,311	0,0113	2,53	0,283	0,0157	2,42
<i>Pró-transporte público</i>	1,39	*****	6,63	#	#	#
<i>Renda mensal familiar muito alta</i> (acima de R\$ 17.300,00)	-1,57	0,000202	-3,72	-1,47	0,000273	-3,64
<i>Renda mensal familiar alta</i> (entre R\$10.501,00 até R\$17.300,00)	-1,23	0,0000799	-3,94	-0,989	0,000817	-3,35
delta2	1,07	*****	7,55	0,912	*****	7,54
delta3	0,262	0,000391	3,55	0,233	0,000404	3,54
tau1	-0,0859	0,895	-0,132	-2,32	0,0000199	-4,27
Log-verossimilhança final		-271,0557			-295,6947	
Pseudo-R ²		0,325			0,268	

A variável latente *Pró-transporte público* apresentou o segundo maior coeficiente estimado (+1,39). A variável latente foi formada por respondentes que se autodeclararam “entusiastas do transporte público”, “usuários do transporte público” e “dependentes do transporte público para sua rotina de transportes”. Sendo assim, o resultado é coerente para a validação do modelo.

A variável *Frequência alta ridesourcing* apresentou um coeficiente estimado positivo (+0,984), o que mostra que usuários frequentes de transporte público também tendem a realizar viagens de *ridesourcing* com uma frequência significativa. Essa relação é importante e será mais bem analisada no capítulo de discussão a seguir. Vale destacar que, no modelo anterior, a mesma relação positiva se mostrou significativa para a frequência alta ônibus com relação à frequência de *ridesourcing*.

Idade média-avançada foi uma variável criada através da junção de duas variáveis *dummy*. Inicialmente, o modelo foi estimado analisando separadamente em duas variáveis respondentes com idade entre 34 e 53 anos e respondentes com 54 anos ou mais. Observou-se, entretanto, que os valores dos coeficientes dessas duas variáveis estavam muito próximos. Assim, realizou-se um Teste-t entre as duas variáveis para avaliar a possibilidade de junção das mesmas. Dessa forma, conseguimos avaliar um único grupo de respondentes acima de 34 anos em comparação ao grupo mais jovem. Com um coeficiente estimado em -1,32, a variável *Idade média-avançada* mostra que usuários mais velhos tendem a utilizar menos o transporte público por ônibus.

A variável *Frequência alta carro* teve um coeficiente estimado em -1,06. A partir desse coeficiente pode-se supor que respondentes que utilizam carro próprio duas ou mais vezes por semana, tendem a utilizar menos o transporte público por ônibus. Diferente do que pode ocorrer com o *ridesourcing* e viagens com automóvel próprio, rotinas onde viagens com transporte público por ônibus e com veículo individual motorizado próprio ocorrem de forma complementar por um mesmo respondente são bem menos comuns.

A quinta variável a ser analisada que se mostrou significativa foi *Nº de pessoas na residência* como um coeficiente estimado positivo com um valor um pouco mais baixo que as demais de 0,311. Pode-se inferir que existe uma pequena correlação entre casas com um número maior de pessoas vivendo juntas e o uso mais frequente de transporte público por ônibus. Quando se analisa que aproximadamente dois terços dos respondentes afirmaram ter um carro

ou nenhum na sua residência, percebe-se que em casas com um número maior de pessoas, se faz necessário parte delas utilizem outros modos de transporte (muitas vezes o transporte público por ônibus). Outros estudos que o mesmo pode ocorrer com relação ao *ridesourcing*. Sikder (2019) constatou que residências com mais trabalhadores ativos do que veículos individuais motorizados tendem a ter um maior uso do transporte por aplicativo sob demanda.

As últimas duas variáveis foram variáveis *dummy* com relação a renda mensal familiar. A *Renda mensal familiar muito alta* apresentou o maior coeficiente estimado em módulo entre todas as variáveis dependentes do modelo (-1,57) mostrando que existe uma forte influência entre a renda elevada e o baixo uso do transporte público por ônibus. A variável *Renda mensal familiar alta* também apresentou uma influência negativa com um coeficiente estimado em -1,23. Diferente do que ocorre com o *ridesourcing*, que possui uma aderência mais bem distribuída entre diferentes faixas de renda familiar, os usuários de transporte público se concentram nas famílias de rendas mais baixa ou média.

A comparação entre o modelo restringido (sem variáveis latentes) e o modelo híbrido (com variáveis latentes) foi realizada utilizando o teste da razão de verossimilhança (*LR*) conforme descrito na Equação 4. O valor do teste foi 41,278, sendo que o valor da distribuição Qui-quadrado para 1 grau de liberdade (7 parâmetros estimado no modelo híbrido e 6 parâmetros no modelo restringido) e 95% de confiança é 3,841 ($LR > \chi^2_{1, 95\%}$), indicando que existe diferença significativa entre ambos os modelos para 95% de confiança. Assim, o modelo híbrido mostrou melhor ajuste, representando de forma mais adequada a frequência de viagens realizadas com transporte público por ônibus em Porto Alegre.

6 DISCUSSÃO

Os modelos híbridos de escolha discreta com relação a frequência de viagens de TP e *ridesourcing* foram estimados buscando representar as características atitudinais dos usuários, representadas pelas três variáveis latentes mencionadas anteriormente, com diferentes combinações de variáveis socioeconômicas e de frequência de viagens. Nos modelos onde a variável dependente foi a frequência de *ridesourcing* encontramos resultados estatisticamente significativos para as três variáveis latentes. Nos modelos onde a variável dependente foi a frequência de transporte público por ônibus encontramos apenas a variável *Pró-transporte público* como significativa. Através desse resultado pode-se inferir que o fato de um usuário ser mais predisposto ao uso de novas tecnologias não influi na frequência de viagens realizadas por transporte público por ônibus. Pode-se também inferir que o fato de um usuário ter uma maior predisposição ao carro próprio, ou valorizar veículos individuais motorizados de uma maneira geral, também não apresenta relação com a frequência de viagens realizadas com transporte público por ônibus.

Oviedo (2020) e Jin (2018) apontam que a relação entre transporte público e *ridesourcing* pode ter natureza competitiva ou complementar dependendo do contexto do sistema de transportes de cada cidade. Analisando os dois modelos híbridos ordenados, e em especial as variáveis dependentes *Frequência média ônibus* no primeiro modelo e *Frequência alta ridesourcing* no segundo modelo, é possível inferir que no contexto da cidade de Porto Alegre a natureza dessa relação pode estar ocorrendo de forma complementar, ao menos parcialmente. Essa constatação também pode ser realizada quando analisamos que entre os usuários mais frequentes de transporte público por ônibus, 36% também afirmaram realizar mais de duas viagens por semana com *ridesourcing*. Contudo, como a maioria das viagens realizadas por *ridesourcing* são ocasionais, essa complementaridade não necessariamente ocorre numa combinação de modos para os deslocamentos casa-trabalho por exemplo. A cidade de Porto Alegre poderia fomentar políticas públicas nessa direção.

A variável latente *Pró-tecnologia*, inserida como variável dependente no primeiro modelo, não foi significativa em nenhum dos testes de modelos estimados para frequência de uso do transporte público por ônibus. Essa diferença é importante, pois no modo mais disruptivo observa-se que o fator tecnologia é crucial para a adesão do usuário, enquanto no transporte público não mostrou relevância na amostra analisada. A distribuição dos usuários frequentes de

transporte público é bem distribuída entre usuários com um escore mais elevado na variável *Pró-tecnologia* e usuários com um escore menor.

A análise da variável latente *Pró-carro* também merece destaque. Ela se mostrou significativa para frequência de viagens realizadas com aplicativo sob demanda. A correlação negativa indica que pessoas que possuem essa maior valorização pelo automóvel próprio tendem a utilizar menos o *ridesourcing*. Já no caso do modelo onde a variável independente era a frequência de viagens com transporte público por ônibus, essa variável latente também não foi significativa.

Danesh (2019) também utilizou características atitudinais em um estudo comparativo. As características que foram trabalhadas pelo autor eram relacionadas a segurança, conforto e percepção de tempo de viagem para comparar viagens de *ridesourcing* com *auto rickshaws* em Mumbai na Índia. Embora a maioria dos estudos considerem tradicionalmente apenas características socioeconômicas, a adição de variáveis não-observáveis relacionadas com as opiniões e percepções dos usuários pode enriquecer os modelos levando a melhores resultados. O uso das variáveis latentes geradas pelo modelo MIMIC no presente estudo alcançou tal objetivo.

Mostofi (2020a) também analisou comparativamente a frequência de uso de *ridesourcing* e transporte público para as cidades de Cairo no Egito e Teerã no Irã. Os resultados encontrados para cidade de Cairo demonstraram, assim como nesse presente estudo em Porto Alegre, uma correlação positiva entre usuários frequentes de *ridesourcing* e usuários frequentes de TP. Entretanto, em Teerã essa correlação foi negativa. Os resultados indicam que essa correlação depende não só da qualidade do serviço oferecido pelo transporte público, mas também da percepção social em torno do sistema de transporte público existente em cada cidade. O uso de modelos enriquecidos com variáveis latentes que representem características atitudinais pode ser uma opção útil para a compreensão dessa percepção social da mesma forma que a variável *Pró-transporte público* foi utilizada no presente trabalho.

Muitos estudos apontam que um número significativo de viagens do *ridesourcing* costumavam ser realizadas por transporte público por ônibus (TIRACHINI; GOMEZ-LOBO, 2019; MEYER, 2017). Entretanto, os resultados desse estudo para Porto Alegre são positivos no sentido que muitos dos usuários frequentes do *ridesourcing* ainda utilizam com frequência o transporte público por ônibus. Dessa forma, políticas públicas que incentivem a

complementaridade desses dois modos a ser ainda maior podem ajudar a gerar mais viagens para o sistema de transporte por ônibus que vem perdendo passageiros na cidade.

Kong (2020a) realizou um estudo na cidade de Chengdu na China onde se identificou que aproximadamente um terço das viagens realizada pela maior empresa de TNC local são viagens que antes eram realizadas por transporte público. Entretanto, o estudo apontou que essa substituição de viagens varia muito de acordo com a região da cidade e com diferentes horários do dia. Estudos como esse também permitem uma maior compreensão de quais podem ser os incentivos que ajudem os dois modos de transporte a funcionar de forma complementar e colaborativa. Outros estudos abordam diferentes tipos de soluções que podem ser implementadas de acordo com a rede existente na cidade e com a tecnologia de pagamento utilizada (IACOBUCCI et al., 2017; MEYER e SHAHEEN, 2017).

Por fim, vale destacar que os resultados encontrados nesse estudo vão ao encontro aos resultados de estudos realizados em outras cidades com relação às variáveis relacionadas com idade e renda (TIRACHINI et al., 2020; MOSTOFI, MASOUMI, DIENEL 2020a; HENAO e MARSHALL, 2017; CLEWLOW, 2017). Usuários com idade mais avançada tendem a usar menos o *ridesourcing* e o transporte público por ônibus. O principal público dos dois modos tende a ser um público adulto-jovem que também realiza viagens com outros diferentes modos de transporte de forma frequente (CONWAY; SALON; KING, 2018). A variável renda é bastante significativa para a adesão ao uso de transporte público por ônibus, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Usuários com rendas muito elevadas também tendem a utilizar menos o ônibus. Por outro lado, no presente estudo, a variável renda não se mostrou significativa para a frequência de viagens por *ridesourcing*.

7 CONCLUSÕES

Este estudo buscou compreender de que forma características atitudinais e socioeconômicas dos respondentes influenciam a frequência de uso dos modos de transporte *ridesourcing* e viagens com transporte público por ônibus para a população da cidade de Porto Alegre. Utilizando três variáveis latentes, elaboradas a partir de um modelo MIMIC de forma a captar opiniões e percepções dos respondentes, foi possível enriquecer modelos *logit* ordenados, onde as variáveis independentes eram as frequências de viagem utilizando os dois modos de transporte alvos desse estudo. Assim, acredita-se que o estudo possa ser útil para futuras análises na cidade de Porto Alegre que busquem entender de que forma o *ridesourcing* e o transporte público por ônibus se relacionam.

A metodologia também se destaca na aplicação de uma estimação sequencial gerando modelos híbridos de escolha discreta. Esses modelos que incorporam características não-observáveis podem auxiliar a compreensão de padrões de viagem. Analisando características atitudinais com dados desagregados também é possível entender melhor o perfil dos usuários desses modos de transporte.

O primeiro modelo híbrido estimado tendo como variável independente a *Frequência de viagens realizadas com ridesourcing* apresentou correlações positivas com as variáveis *Pró-tecnologia*, *Frequência média ônibus*, *Frequência alta ônibus* e *Frequência alta carro*. Por outro lado, o modelo apresentou correlação negativa com as variáveis *Pró-carro*, *Pró-transporte público* e *Idade avançada*. Neste modelo, as três variáveis latentes (criadas pelo modelo MIMIC) foram significativas melhorando o ajuste final.

O segundo modelo híbrido estimado tendo como variável independente a *Frequência de viagens realizadas com transporte público por ônibus* apresentou correlações positivas com as variáveis *Pró-transporte público*, *Frequência alta ridesourcing* e *Nº de pessoas na residência*. Por outro lado, o modelo apresentou correlação negativa com as variáveis *Renda familiar mensal muito alta*, *Idade médio-avançada*, *Renda mensal familiar alta* e *Frequência alta carro*. Neste modelo apenas a variável latente *Pró-transporte público* foi significativas melhorando o ajuste final.

Os resultados encontrados vão de encontro com estudos realizados em outras cidades e permitem com que análises entre a frequência de uso dos dois modos sejam realizadas. Os

usuários de transporte público por ônibus tendem a não ter rendas elevadas e não apresentam necessariamente uma predisposição ao uso de novas tecnologias ou a valorização de veículos individuais motorizados. Por outro lado, os usuários de *ridesourcing* demonstraram forte predisposição ao uso de novas tecnologias e demonstraram não atribuir grande valor ao transporte público ou a posse de um carro próprio.

O *ridesourcing* pode complementar ou substituir o transporte público por ônibus e essa relação tem sido estudada através de diversos estudos de caso. A sustentabilidade ou não das TNCs também gira em torno desse tema. Caso esse serviço consiga funcionar de forma complementar e auxiliar o transporte público, o sistema de transportes da cidade de Porto Alegre se beneficiaria como um todo trazendo mais qualidade de vida para a população.

Para que a cidade de Porto Alegre alcance esse objetivo, e consiga promover esse potencial de relação complementar que aparentemente existe entre os modos na cidade, políticas públicas podem ser necessárias. Atualmente, algumas agências de transporte público e TNCs já realizaram alianças formais para encorajar essa complementaridade, especialmente em cidades da América do Norte. Políticas de incentivo como descontos em viagens de *ridesourcing* que tenham como origem ou destino estações de transporte público ou até mesmo integração do meio de pagamento dos dois modos são algumas ferramentas possíveis. Adicionalmente, incentivos para que as TNCs atuem em áreas com menor atendimento do transporte público por ônibus (como zonas mais esparsas na cidade) e desincentivos para a realização desse serviço em áreas mais bem servidas pelo TP (como o centro da cidade) podem ser soluções eficientes.

Do ponto de vista metodológico, o trabalho comprova os aspectos positivos do uso de variáveis latentes para a criação de modelos híbridos de escolha discreta, gerados através de um processo de estimatórias sequenciais. Ao enriquecer os modelos com variáveis não-observáveis foi possível alcançar melhores ajustes. Recomenda-se como estudos futuros a análise conjunta das frequências de viagens por *ridesourcing* e transporte público por ônibus através de modelos bivariados que também agreguem variáveis latentes relacionadas com as atitudes dos usuários.

REFERÊNCIAS

- 99; FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS (FIPE). **Impactos Socioeconômicos e Urbanos da 99 na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo, SP: 2018.
- ALEMI, F. et al. What influences travelers to use Uber?: Exploring the factors affecting the adoption of on-demand ride services in California. **Travel Behaviour and Society**, [s. l.], n. 13, p. 88-104, outubro 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2018.06.002>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- ALLEN, J.; MUÑOZ, J. C.; ORTÚZAR, J. de D. Modelling service-specific and global transit satisfaction under travel and user heterogeneity. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 113, p. 509–528, julho 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.05.009>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS (NTU). **Anuário NTU 2018-2019**. Brasília, DF: 2019.
- _____. Revista NTU Urbano. Brasília, DF: 2017-2018.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS (ANTP). **Sistema de informações da mobilidade urbana da Associação Nacional de Transportes Público (Simob/ANTP): relatório geral 2016**. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://files.antp.org.br/simob/simob-2016-v6.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- AUTORIDADE DE TRANSPORTE DO CONDADO DE SÃO FRANCISCO. **TNCS Today: A Profile of San Francisco Transportation Network Company Activity**. São Francisco, Estados Unidos: 2017.
- BANSAL, P.; SINHA, A.; DUA, R.; DAZIANO, R. A. Eliciting preferences of TNC users and drivers: Evidence from the United States. **Travel Behaviour and Society**, [s. l.], v. 20, p. 225–236, julho 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.04.002>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- BARBOUR, N.; ZHANG, Y.; MANNERING, F. An exploratory analysis of the role of socio-demographic and health-related factors in ridesourcing behavior. **Journal of Transport & Health**, [s. l.], v. 16, março 2020, 100832. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100832>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- BEKKA, A.; LOUVET, N.; ADOUE, F. Impact of a ridesourcing service on car ownership and resulting effects on vehicle kilometers travelled in the Paris Region. **Case Studies on Transport Policy**, [s. l.], v. 8, ed. 3, p. 1010–1018, setembro 2020. Disponível em: <https://doi.org/doi:10.1016/j.cstp.2020.04.005>. Acesso em: 7 fev. 2021.
- BEN-AKIVA, M. E.; LERMAN, S. R. **Discrete choice analysis: theory and application to travel demand**. Cambridge, Massachusetts London: The MIT Press, 1985.

BEN-AKIVA, M.; MORIKAWA, T.; SHIROISHI, F. **Analysis of the reliability of preference ranking data.** *Journal of Business Research* 24, 149–164, 1992

BIERLAIRE, M. **A short introduction to PandasBiogeme.** Technical report TRANSP-OR 200605. [S. l.]: Transport and Mobility Laboratory, ENAC, EPFL, 2020.

BRYANT, Miranda. **Public transit faces ‘death spiral’ without \$32bn injection from Congress.** [S. l.], 30 ago. 2020. Disponível em: <https://www.theguardian.com/us-news/2020/aug/30/public-transit-transport-death-spiral-congress>. Acesso em: 7 fev. 2021.

CASSEL, D. L. **Caracterização dos serviços de ridesourcing e a relação com o transporte público coletivo: estudo de caso em Porto Alegre.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto alegre, 2018.

CATS, O.; LOUTOS, G. Real-Time Bus Arrival Information System: An Empirical Evaluation. **Journal of Intelligent Transportation Systems**, [s. l.], v. 20, n. 2, p. 138–151, 3 mar. 2016.

CLEWLOW, Regina R. **Disruptive Transportation: The Adoption, Utilization, and Impacts of Ride-Hailing in the United States.** Davis, Estados Unidos: Institute of Transportation Studies, Universidade da Califórnia, 2017. Disponível em: <https://steps.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2017/10/ReginaClewlowDisruptiveTransportation.pdf>. Acesso em: 7 fev. 2021.

COELHO, L. A. A. et al. **Perfil Socioeconômico dos Usuários da Uber e Fatores Relevantes que Influenciam a Avaliação desse Serviço no Brasil.** Anais do XXXI Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte. Recife, PE: ANPET, 2017.

CONWAY, M.; SALON, D.; KING, D. Trends in Taxi Use and the Advent of Ridehailing, 1995–2017: Evidence from the US National Household Travel Survey. **Urban Science**, v. 2, n. 3, p. 79, 28 ago. 2018.

COOPER, D.; CASTIGLIONE, J.; MISLOVE, A.; WILSON, C. Profiling Transport Network Company Activity using Big Data. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, TRB, Washington, D.C., v. 2672, ed. 42, p. 192-202, 2017.

CURRIE, G.; FOURNIER, N. Valuing public transport customer experience infrastructure—A review of methods & application. **Research in Transportation Economics**, [s. l.], v. 83, p. 100961, novembro 2020.

DELBOSC, A. et al. Social Transit as Mass Transit in Australian Suburban Greenfield Development. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, [s. l.], v. 2543, n. 1, p. 62–70, janeiro 2016.

DIÁRIO GAÚCHO. **Pandemia afeta viagens por aplicativos e provoca queda de 95% em aluguel de carros para turismo e negócios no RS.** Porto Alegre, RS: 2020. Disponível em: <http://diariogaicho.clicrbs.com.br/rs/dia-a-dia/noticia/2020/05/pandemia-afeta-viagens-por-aplicativos-e-provoca-queda-de-95-em-aluguel-de-carros-para-turismo-e-negocios-no-rs-12524119.html>. Acesso em: 12 out. 2020.

DIAS, F. F. et al. A Behavioral Choice Model of the Use of Car-Sharing and Ride-Sourcing Services. **Transportation**, [s. l.], v. 44, ed. 6, p. 1307-1323, 2017.

EMPRESA PÚBLICA DE TRANSPORTE E CIRCULAÇÃO (EPTC). **Ônibus**: Uso de máscara no transporte de passageiros. Porto Alegre, RS: 2020. Disponível em: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/eptc/default.php?p_secao=155. Acesso em: dez. 2020.

_____. **Pesquisa de origem e destino de Porto Alegre 2003**. [Porto Alegre], 2004. Disponível em: http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu_doc/relatorio_edom_2003.pdf. Acesso em: 4 jan. 2019.

ERHARDT, G. G., et al. Do transportation network companies decrease or increase congestion? **Science Advances**, [s. l.], v. 5, ed. 5, 2019.

FEIGON, S., MURPHY, C. **Shared Mobility and the Transformation of Public Transit**. The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine: Chicago, 2016. DOI: 10.17226/23578.

FERNÁNDEZ-ANTOLÍN, A. et al. Correcting for endogeneity due to omitted attitudes: Empirical assessment of a modified MIS method using RP mode choice data. **Journal of Choice Modelling**, v. 20, p. 1–15, set. 2016.

FIELBAUM, A.; TIRACHINI, A. The sharing economy and the job market: the case of ride-hailing drivers in Chile. **Transportation**, [s. l.], 30 jun. 2020.

GAVRIILIDOU, A.; CATS, O. Reconciling transfer synchronization and service regularity: real-time control strategies using passenger data. **Transportmetrica A: Transport Science**, [s. l.], v. 15, n. 2, p. 215–243, 29 nov. 2019.

GEHRKE, S. R.; FELIX, A.; REARDON, T. **Fare choices**: A survey of ride-hailing passengers in Metro Boston. [S. l.]: MAPC, fevereiro 2018. Disponível em: <http://www.mapc.org/wp-content/uploads/2018/02/Fare-Choices-MAPC.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2018.

GREENE, W. H.; D. A. HENSHER. **Modeling ordered choices**. Nova York, Estados Unidos: Cambridge University Press, 2009.

GRISON, E.; GYSELINCK, V.; BURKHARDT, JM. Exploring factors related to users' experience of public transport route choice: influence of context and users profiles. **Cognition, Technology, and Work**, [s. l.], v. 18, p. 287–301, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10111-015-0359-6>. Acesso em: 7 fev. 2021.

GUIMARÃES, T. D. C. **Disrupção destruidora**: as práticas comunicacionais do aplicativo UBER em Porto Alegre. Porto Alegre, RS: PUCRS, 2018.

GUTHOLD, R.; STEVENS, G. A.; RILEY, L. M.; BULL, F. C. Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1.9 million participants. **The Lancet Global Health**, [s. l.], v. 6, ed. 10, p. 1077-

1086, outubro 2020. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/s2214-109x\(18\)30357-7](https://doi.org/10.1016/s2214-109x(18)30357-7). Acesso em: 7 fev. 2021.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E. **Multivariate data analysis**. 7. ed. Nova Jersey, Estados Unidos: Prentice Hall, 2009.

HAUSTEIN, S. Mobility behavior of the elderly: an attitude-based segmentation approach for a heterogeneous target group. **Transportation**, [s. l.], v. 39, p. 1079–1103, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9380-7>. Acesso em: 7 fev. 2021.

HENAO, A. **Impacts of Ridesourcing - Lyft and Uber - on Transportation Including VMT, Mode Replacement, Parking, and Travel Behavior**. 2017. Tese (Pós Doutorado) - Programa de Engenharia Civil da Universidade de Colorado, Denver, 2017.

HENAO, A.; MARSHALL, W. E. An analysis of the individual economics of ride-hailing drivers. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 130, p. 440–451, 2019a.

_____. The impact of ride hailing on parking (and vice versa). **Journal of Transport and Land Use**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2019b.

_____. The impact of ride-hailing on vehicle miles traveled. **Transportation**, [s. l.], v. 46, n. 6, p. 2173–2194, 2019c.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2019.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílios: PNAD**. Rio de Janeiro, RJ: 2018.

IBM. **SPSS Amos**, version 23. [s. l.]: IBM, 2018.

JIN, S. T.; KONG, H.; SUI, D. Z. Uber, Public Transit, and Urban Transportation Equity: A Case Study in New York City. **The Professional Geographer**, [s. l.], v. 71, ed. 2, p. 315-330, 2019. 1–16. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00330124.2018.1531038>. Acesso em: 7 fev. 2021.

JIN, T. S. et al. Ridesourcing, the sharing economy, and the future of cities. **Cities**, [s. l.], v. 75, p. 96-104, junho 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.01.012>. Acesso em: 7 fev. 2021.

JIN, X. et al. Incorporating attitudinal aspects in roadway pricing analysis. **Transport Policy**, [s. l.], v. 62, p. 38–47, 2018.

KONG, H.; ZHANG, X.; ZHAO, J. How does ridesourcing substitute for public transit? A geospatial perspective in Chengdu, China. **Journal of Transport Geography**, [s. l.], v. 86, p. 102769, 2020a.

_____. Is ridesourcing more efficient than taxis? **Applied Geography**, [s. l.], v. 125, p. 102301, 2020b.

KOPP, J.; GERIKE, R.; AXHAUSEN, K. W. Do sharing people behave differently? An empirical evaluation of the distinctive mobility patterns of free-floating car-sharing members. **Transportation**, [s. l.], v. 42, n. 3, p. 449–469, maio 2015.

LADEIRA, M. C. M.; et al. **Análise do Impacto Regulatório no transporte público: o caso de Porto alegre com a chegada do ridesourcing**. Anais do XXXIV Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Transporte. [S. l.]: ANPET, 2020.

LARRANAGA, A. M. L. **Estrutura urbana e viagens a pé**. Diss. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LE VINE, S. et al. A new approach to predict the market and impacts of round-trip and point-to-point carsharing systems: Case study of London. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s. l.], v. 32, p. 218–229, outubro 2014.

LE VINE, S.; ADAMOU, O.; POLAK, J. Predicting new forms of activity/mobility patterns enabled by shared-mobility services through a needs-based stated-response method: Case study of grocery shopping. **Transport Policy**, [s. l.], v. 32, p. 60–68, março 2014.

LEE, S.-H.; LEE, B.-Y.; KIM, H.-W. Decisional factors leading to the reuse of an on-demand ride service. **Information & Management**, [s. l.], v. 56, ed. 4, p. 493–506, junho 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.im.2018.09.010>. Acesso em: 7 fev. 2021.

LINDAU, L. A. **As cidades no controle do futuro da mobilidade**. Porto Alegre, RS: WRI Brasil, 15 maio 2019. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2019/05/cidades-no-controle-do-futuro-da-mobilidade>. Acesso em: 7 fev. 2021.

MCFADDEN, D. The measurement of urban travel demand. **Journal of Public Economics**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 303-328, 1974.

MEYER, G.; SHAHEEN, S. **Disrupting Mobility**; Springer: Berlin, Germany, 2017.

MOHAMED, M. J.; RYE, T.; FONZONE, A. Operational and policy implications of ridesourcing services: A case of Uber in London, UK. **Case Studies on Transport Policy**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 823–836, dezembro 2019.

MOHAMED, M. J.; RYE, T.; FONZONE, A. The utilisation and user characteristics of Uber services in London. **Transportation Planning and Technology**, v. 43, n. 4, p. 424–441, 18 maio 2020.

MOHAMED, M. J.; RYE, T.; FONZONE, A. UberPOOL Services – Approaches from Transport Operators and Policymakers in London. **Transportation Research Procedia**, v. 48, p. 2597–2607, 2020.

_____. The utilisation and user characteristics of Uber services in London. **Transportation Planning and Technology**, [s. l.], v. 43, n. 4, p. 424–441, 2020a.

_____. UberPOOL Services – Approaches from Transport Operators and Policymakers in London. **Transportation Research Procedia**, [s. l.], v. 48, p. 2597–2607, 2020b.

MOREIRA-MATIAS, L. et al. An online learning approach to eliminate Bus Bunching in real-time. **Applied Soft Computing**, [s. l.], v. 47, p. 460–482, out. 2016.

MOSTOFI, H.; MASOUMI, H.; DIENEL, H.-L. The Relationship between Regular Use of Ridesourcing and Frequency of Public Transport Use in the MENA Region (Tehran and Cairo). **Sustainability**, [s. l.], v. 12, ed. 19, 8134, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12198134>. Acesso em: 7 fev. 2021.

_____. The Association between Regular Use of Ridesourcing and Walking Mode Choice in Cairo and Tehran. **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 14, p. 5623, 2020b.

_____. The Association between the Regular Use of ICT Based Mobility Services and the Bicycle Mode Choice in Tehran and Cairo. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 17, n. 23, p. 8767, 2020c.

_____. The Relationship between Regular Use of Ridesourcing and Frequency of Public Transport Use in the MENA Region (Tehran and Cairo). **Sustainability**, [s. l.], v. 12, n. 19, p. 8134, 2020d.

MULLEY, C.; TSAI, C.-H. Impact of bus rapid transit on housing price and accessibility changes in Sydney: A repeat sales approach. **International Journal of Sustainable Transportation**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 3–10, 2 jan. 2017.

ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 4 ed. Nova York, Estados Unidos: John Wiley and Sons, 2011.

OVIEDO, D.; GRANADA, I.; JARAMILLO, D.P. Ridesourcing and travel demand: potencial effects of transportation network companies in Bogotá. **Sustainability**, [s. l.], v.12, ed. 5, p 1-16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12051732>. Acesso em: 7 fev. 2021.

PASQUAL, F. M.; LARRAÑAGA, A. M.; PETZOLD, G. S. **Análise do perfil de uso de transporte sob demanda por aplicativo (ride-sourcing) na cidade de São Paulo**. 33º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes da ANPET. Balneário Camboriú, SC: 2019.

POPURI, Y.; PROUSSALOGLOU, K.; AYVALIK, C. et al. Importance of traveler attitudes in the choice of public transportation to work: findings from the Regional Transportation Authority Attitudinal Survey. **Transportation**, [s. l.], v. 38, p. 643–661, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9336-y>. Acesso em: 7 fev. 2021.

RAVEAU, S.; ÁLVAREZ-DAZIANO, R.; YÁÑEZ, M. F.; BOLDUC, D.; ORTÚZAR, J. de D. Sequential and Simultaneous Estimation of Hybrid Discrete Choice Models. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, [s. l.], v. 2156, ed. 1, p. 131–139, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.3141/2156-15>. Acesso em: 7 fev. 2021.

RAYLE, L.; DAI, D.; CHAN, N. et al. Just a better taxi? A survey-based comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco. **Transport Policy** [s. l.], v. 45, 168–178, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tranpol.2015.10.004>. Acesso em: 7 fev. 2021.

SCHALLER, B. **Unsustainable? The Growth of App-Based Ride Services and Traffic, Travel and the Future of New York City**. Nova York, Estados Unidos: 2017.

SECRETARIA DE MOBILIDADE URBANA DE PORTO ALEGRE. **Origin and destination survey of Porto Alegre: EDOM 2003** (Technical Report). Porto Alegre, RS: 2004.

SHAHEEN, S.; BELL, C.; COHEN, A.; YELCHURU, B. **Travel Behavior: Shared Mobility and Transportation Equity**. [S. l.]: Departamento de Transportes dos Estados Unidos, 2017.

SHIRABAYASHI, J. V. et al. **Metodologias de soluções para o problema de redes multimodais aplicadas ao tráfego urbano**. XLIX Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. [S. l.]: 2017.

SILVA, P. J. da, et al. **Estudo das viabilidades, técnica e econômica, referentes à implantação da multimodalidade de transporte urbano, de pessoas**. São Paulo: FEFAAP, 2012.

SIKDER, S. Who Uses Ride-Hailing Services in the United States? **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, v. 2673, n. 12, p. 40–54, dez. 2019.

TARABAY, R.; ABOU-ZEID, M. Modeling the choice to switch from traditional modes to ridesourcing services for social/recreational trips in Lebanon. **Transportation**, [s. l.], v. 47, p. 1733–1763, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11116-019-09973-x>. Acesso em: 7 fev. 2021.

TAVARES, V. B. **Influência dos atributos da qualidade do transporte coletivo na satisfação do usuário: estudo de caso de Porto Alegre**. Porto Alegre, RS: UFRGS, 2019.

THORHAUGE, M.; HAUSTEIN, S.; CHERCHI, E. Accounting for the Theory of Planned Behaviour in departure time choice. **Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour**, v. 38, p. 94–105, abr. 2016.

TIRACHINI, A. et al. The sustainability of shared mobility: Can a platform for shared rides reduce motorized traffic in cities? **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, [s. l.], v. 117, p. 102707, agosto 2020.

TIRACHINI, A. Ride-hailing, travel behaviour and sustainable mobility: an international review. **Transportation**, [s. l.], v. 47, n. 4, p. 2011–2047, agosto 2020.

TIRACHINI, A.; GOMEZ-LOBO, A. Does ride-hailing increase or decrease vehicle kilometers traveled (VKT)? A simulation approach for Santiago de Chile. **International Journal of Sustainable Transportation**, 2019.

TRAIN, J. E. **Discrete Choice Methods with Simulation**. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 2003.

VALE, D. **Forma urbana sustentável ou cidade acessível multimodal? A aplicação do conceito de ‘disparidade de acessibilidade na AML**. XII Colóquio Ibérico de Geografia. [S. l.]: 2010.

VAN NES, R. **Design of multimodal transport networks: A hierarchical approach**. Países Baixos: Universidade Delft, 2004.

WENZEL, T. et al. Travel and energy implications of ridesourcing service in Austin, Texas. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, [s. l.], v. 70, p. 18–34, maio 2019.

YEN, B. T. H.; MULLEY, C.; SHEARER, H. Different Stories from Different Approaches in Evaluating Property Value Uplift: Evidence from the Gold Coast Light Rail System in Australia. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**, [s. l.], v. 2673, n. 3, p. 11–23, mar. 2019.

ZGHEIB, N.; ABOU-ZEID, M.; KAYSI, I. Modeling demand for ridesourcing as feeder for high-capacity mass transit systems with an application to the planned Beirut BRT. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, [s. l.], v. 138, p. 70–91, agosto 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.05.019>. Acesso em: 7 fev. 2021.

ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO APLICADO NA PESQUISA

Mobilidade Urbana

Pesquisa sobre Mobilidade Urbana



Essa pesquisa tem por finalidade avaliar o comportamento e escolhas dos usuários em diferentes modos de transporte, bem como identificar elementos que influenciam a sua escolha frente a diferentes cenários.

A sua participação é muito importante. Desde já, agradecemos sua contribuição!

O preenchimento da pesquisa leva cerca de 15 minutos.
Todos os dados serão tratados de maneira anônima e com uso de técnicas estatísticas.



Caracterização

Idade

*

Até 18 anos incompletos

De 18 a 23

De 24 a 33

De 34 a 43

De 44 a 53

De 54 a 63

Acima de 64 anos

Gênero

*

<input checked="" type="radio"/> Masculino	<input type="radio"/> Feminino
--	--------------------------------

Profissão

*

Empregado do setor público

Empregado do setor privado

Proprietário/Sócio de empresa

Autônomo

Aposentado

Do lar

Estudante

Desempregado

Escolaridade

*

Não alfabetizado

Pré-Escola

Fundamental (1º grau) (completo ou incompleto)

Médio (2º grau) (completo ou incompleto)

Superior (completo ou incompleto)

Pós graduação (completa ou incompleta)

Outro

Possui carteira de habilitação?

*

Sim Não

Quantos Automóveis possui na sua residência?

*

Nenhum

1

2

3 ou mais

Quantas Motocicletas possui na sua residência?

*

Nenhum

1

2

3 ou mais

Quantas pessoas moram na sua residência?

*

1

2

3

4

5 ou mais

Das pessoas que moram na sua residência, quantas são crianças ? *

até 12 anos

Nenhuma

1

2

3

Mais de 3

Das pessoas que moram na sua residência, quantas são adolescentes? *

de 12 a 18 anos incompletos

Nenhuma

1

2

3

Mais de 3

Qual sua renda familiar mensal ? *

Considere a Renda Bruta

Até R\$1.800

De R\$1.801 a R\$5.300

De R\$5.301 a R\$10.500

De R\$10.501 a R\$17.300

Acima de R\$17.301

Deslocamento

Pense no deslocamento que você realizou com mais frequência no último mês.

Considere que o deslocamento é o ato de ir de um lugar a outro, por algum motivo.

Qual modo de transporte você escolhe?

*

<input checked="" type="radio"/> Ônibus
<input type="radio"/> Lotação
<input type="radio"/> Transporte Flexível
<input type="radio"/> Táxi
<input type="radio"/> Automovel por Aplicativo
<input type="radio"/> Automóvel próprio

Frequência

Com que frequência você se deslocou no último mês?

De ônibus

*

Nenhuma vez

De 1 a 3 vezes neste mês

1 vez por semana

2 ou mais vezes por semana

De trem

*

Nenhuma vez

De 1 a 3 vezes neste mês

1 vez por semana

2 ou mais vezes por semana

De automóvel

*

Nenhuma vez

De 1 a 3 vezes neste mês

1 vez por semana

2 ou mais vezes por semana

Por aplicativo de celular (Uber, Cabify ou outro)

*

Nenhuma vez

De 1 a 3 vezes neste mês

1 vez por semana

2 ou mais vezes por semana

De táxi

*

Nenhuma vez

De 1 a 3 vezes neste mês

1 vez por semana

2 ou mais vezes por semana

De bicicleta

*

Nenhuma vez

De 1 a 3 vezes neste mês

1 vez por semana

2 ou mais vezes por semana

A pé

*

Considere viagens a pé de ida ou volta com destino específico, por exemplo: trabalho, estudo, compras, alimentação, lazer ou voltar pra casa.

Nenhuma vez

De 1 a 3 vezes neste mês

1 vez por semana

2 ou mais vezes por semana

Sobre o modo de transporte utilizado na viagem principal:

No deslocamento que você realizou com mais frequência no último mês, relatado anteriormente:

Qual a sua percepção sobre Segurança:

Em relação à acidentes de tráfego?

*

Utilize uma escala de 1 a 5, em que 5 é muito seguro

1

2

3

4

5

Em relação à roubos no veículo?

*

Utilize uma escala de 1 a 5, em que 5 é muito seguro

1

2

3

4

5

Em relação a roubos durante o acesso ou espera?

*

Utilize uma escala de 1 a 5, em que 5 é muito seguro

1

2

3

4

5

Atitudes**Na sua opinião...**

Utilize uma escala de 1 a 5, em que 5 é concordo totalmente

Ter conectividade Wi-Fi e / ou 3G / 4G é essencial para mim

*

1 - discordo
totalmente

2



3



4

5 - concordo
totalmente

Se locomover ficou muito mais fácil com o uso do meu smartphone

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Aprender a usar novas tecnologias é muitas vezes complicado.

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Sempre que possível, prefiro usar transporte público do que outros modos de transporte.

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Eu gosto de usar transporte público.

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Preciso do transporte público para realizar minhas atividades diárias.

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Me sinto seguro quando me desloco em um automóvel.

*

1 - discordo totalmente
 2
 3
 4
 5 - concordo totalmente

Preciso de automóvel para realizar minhas atividades diárias

*

1 - discordo totalmente
 2
 3
 4
 5 - concordo totalmente

Eu definitivamente quero ter um automóvel

ou continuar com o meu

*

1 - discordo totalmente
 2
 3
 4
 5 - concordo totalmente

Percepções

Na sua percepção...

Utilize uma escala de 1 a 5, em que 5 é concordo totalmente

Pessoas importantes na minha vida pensam que devo usar transporte público

*

1 - discordo totalmente
 2
 3
 4
 5 - concordo totalmente

Meus colegas aprovam o uso de transporte público

*

1 - discordo totalmente
 2
 3
 4
 5 - concordo totalmente

Familiares, amigos e colegas usam transporte público

*

**Familiares, amigos e colegas usam aplicativos de transporte**

*

**É fácil para mim usar transporte público**

*

**É possível para mim usar transporte público se quisesse**

*

**É difícil para mim usar aplicativos de transporte**

*



Pretendo usar transporte público no futuro próximo

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Pretendo evitar modos de transporte individual no futuro próximo

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Estou planejando usar mais o transporte público no futuro próximo

*

1 - discordo totalmente 2 3 4 5 - concordo totalmente

Muito obrigado por responder a pesquisa!



Fornecido pelo Survey123 for ArcGIS