

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

PATRIC GERALDO MENDONÇA

MODELO BINOMIAL DE ESCOLHA DISCRETA - UM EXERCÍCIO PARA  
APLICAÇÃO NA DIVISÃO MODAL DE TRANSPORTE

Juiz de Fora  
2023

PATRIC GERALDO MENDONÇA

MODELO BINOMIAL DE ESCOLHA DISCRETA - UM EXERCÍCIO PARA  
APLICAÇÃO NA DIVISÃO MODAL DE TRANSPORTE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à  
Coordenação do Curso de Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Juiz de Fora como  
requisito parcial à obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia Civil.

Área de Conhecimento: Logística e Transportes

Orientador: José Luiz Lopes Teixeira Filho

Juiz de Fora

2023

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em primeiro lugar, que me deu sabedoria e paciência durante toda a minha graduação.

Agradeço à minha tia Juraci do Carmo Silva por me receber em sua casa e me dar a oportunidade de chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, Irani e Alenir Mendonça, que sempre estiveram ao meu lado, incentivando e acreditando em mim.

Aos meus queridos irmãos Ederlini e Isaac Mendonça, a quem sempre posso contar.

À minha noiva, Sabrina Souza, que durante toda a graduação enfrentamos juntos os desafios e crescemos juntos como pessoas.

Ao meu prezado orientador, Prof. José Luiz Lopes Teixeira Filho, pela dedicação e atenção durante este trabalho.

## RESUMO

Este estudo tem como propósito, elaborar um roteiro metodológico, junto a uma pesquisa de preferência declarada, para o estudo de escolha modal para deslocamento. Para embasar teoricamente essa análise, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tema em questão.

A metodologia adotada consiste na aplicação da Pesquisa de Preferência Declarada, utilizando como variável principal o tempo de viagem de 10 diferentes linhas de ônibus que circulam na cidade de Juiz de Fora — MG. Essas linhas serão consideradas hipóteses para o transporte coletivo. Paralelamente, será realizado um levantamento de custo e tempo para a mesma viagem, por meio de transportes por aplicativo, desde o ponto inicial até o ponto final do percurso.

Para viabilizar a coleta de dados, foi utilizado o formulário do Google Forms, disponibilizando-o para o maior número possível de discentes que responderam. Dessa maneira, busca-se obter uma amostra das preferências dos estudantes em relação aos modos de transporte disponíveis.

A análise dos resultados obtidos permitirá a modelagem através da Modelagem de Escolha Discreta, utilizando o Modelo Logit Binomial. Com isso, almejam calcular a probabilidade de escolha entre os dois modos de transporte em questão, ou seja, ônibus e veículos por aplicativo. Adicionalmente, por meio do modelo, será possível identificar quais modificações, tanto em termos de tempo quanto de custo, teriam um impacto mais significativo na escolha modal dos participantes.

Por fim, a partir dos dados obtidos verificar sua aplicabilidade como exercício prático para disciplina Planejamento e Economia dos Transportes.

**Palavras-chave:** Divisão modal. Modelo de escolha discreta, Modelo Binomial.

## **ABSTRACT**

This study aims to develop a methodological guide, together with a declared preference survey, for the study of modal choice for positioning. To theoretically support this analysis, a bibliographical review was carried out on the topic in question.

The methodology adopted consists of applying the Stated Preference Survey, using as the main variable the travel time of 10 different bus lines that circulate in the city of Juiz de Fora — MG. These lines will be considered possible for public transport. At the same time, a cost and time survey will be carried out for the same trip, using app-based transport, from the starting point to the end point of the route.

To facilitate data collection, the Google Forms form was used, making it available to as many students as possible who responded. Therefore, try to obtain a sample of students' preferences in relation to the available modes of transport.

The analysis of the results obtained will allow modeling through Discrete Choice Modeling, using the Binomial Logit Model. Therefore, we always calculate the probability of choosing between the two modes of transport in question, that is, buses and vehicles per application. Furthermore, through the model, it will be possible to identify which modifications, both in terms of time and cost, will have a more significant impact on participants' modal choice.

Finally, based on the data obtained, we verified its applicability as a practical exercise for the Transport Planning and Economics discipline.

**Keywords:** Modal division. Discrete choice model, Binomial Model.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Resultado Modelo Logit Binomial — Para veículos por aplicativo.....	25
Tabela 2	Resultado Modelo Logit Binomial — Para ônibus.....	26
Tabela 3	Resultado Pesquisa de Preferência Declarada.....	35
Tabela 4	Relação entre as proporções relativas calculadas para calibração do modelo.....	35
Tabela 5	Estatística de Regressão.....	35
Tabela 6	Resultados coeficientes.....	36
Tabela 7	Resultado Modelo Logit Binomial — Pesquisa.....	36
Tabela 8	Teste 1 - Ônibus com menos 30% no tempo de viagem do ônibus.....	36
Tabela 9	Resultado Modelo Logit Binomial — Teste 1.....	37
Tabela 10	Teste 2 - Preço do ônibus com menos 30%.....	37
Tabela 11	Resultado Modelo Logit Binomial — Teste 02.....	38
Tabela 12	Teste 03 — Preço do veículo por aplicativo com menos 20%.....	38
Tabela 13	Resultado Modelo Logit Binomial — Teste 03.....	39
Tabela 14	Teste 04 — Ônibus sem custo.....	39
Tabela 15	Resultado Modelo Logit Binomial — Teste 04.....	40

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Fluxograma metodológico.....	20
Figura 02	Exemplo de obtenção de tempo e Custo UBER.....	22
Figura 03	Exemplo de obtenção de tempo e Custo ônibus.....	22
Figura 04	Formulário de pesquisa.....	22
Figura 05	Linha 1.....	32
Figura 06	Linha 2.....	32
Figura 07	Linha 3.....	32
Figura 08	Linha 4.....	33
Figura 09	Linha 5.....	33
Figura 10	Linha 6.....	33
Figura 11	Linha 7.....	34
Figura 12	Linha 8.....	34

Figura 13	Linha	
	9.....	34
Figura 14	Linha	
	10.....	35



## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
1.1	OBJETIVOS .....	9
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	10
2	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	11
2.1	TRANSPORTE INDIVIDUAL X TRANSPORTE COLETIVO .....	11
2.2	MODELAGEM DE ESCOLHA MODAL .....	12
2.3	FATORES DE ESCOLHA MODAL .....	12
2.3.1	<b>PROPOSITO DA VIAGEM</b> .....	12
2.3.2	<b>PÓLO GERADOR DE TRÁFEGO</b> .....	13
2.3.3	<b>TEMPO DE VIAGEM</b> .....	14
2.3.4	<b>CARACTERÍSTICAS DO VIAJANTE</b> .....	14
2.3.5	<b>CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE TRANSPORTE</b> .....	15
2.4	MODELOS DE ESCOLHA MODAL .....	16
2.4.1	<b>MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA</b> .....	16
2.4.2	<b>MODELO LOGIT</b> .....	17
2.4.2.1	MODELO LOGIT MULTINOMINAL .....	17
2.4.2.2	MODELO LOGIT BINOMIAL .....	17
2.4.3	<b>COLETA DE DADOS</b> .....	18
2.4.3.1	PREFERÊNCIA DECLARADA (PD) .....	18
2.4.3.2	PREFERÊNCIA REVELADA (PR) .....	19
3	<b>METODOLOGIA</b> .....	20
3.1	ESCOLHA DO MODAL DE ESTUDO .....	21
3.2	ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS .....	21
3.3	CRIAÇÃO DE FORMULÁRIO .....	22
3.4	OBTENÇÃO DE DADOS .....	22
3.5	REPARAR DADOS PARA REGRESSÃO .....	23
3.6	ANÁLISES E COMPARAÇÕES COM MODELO .....	23
4	<b>ANÁLISES E RESULTADOS</b> .....	24
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	27
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29
	APÊNDICE A - Gráficos .....	32
	APÊNDICE B — Digite aqui o subtítulo .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

No desenvolvimento da sociedade, a utilização dos meios de transporte está intrinsecamente ligada ao progresso, uma vez que a necessidade de deslocamento e transporte de pessoas e cargas amplia as oportunidades de comércio entre povos. Isso não apenas viabiliza o intercâmbio de pessoas e produtos, mas também oferece opções de escolha de modos de transporte para os usuários.

No entanto, após décadas de crescimento desordenado, as cidades brasileiras testemunham o aumento da população e sua expansão para áreas inadequadas. Especialmente nos grandes centros urbanos, onde as classes menos favorecidas se veem obrigadas a residir em locais mais distantes, causando impactos ambientais e sociais (Paulo, 2018).

Isto posto, há necessidade de intervir a fim de melhorar o deslocamento dos indivíduos. Para isso, a modelagem de Escolha Modal é um dos instrumentos que auxiliam na tomada de decisão visto que os recursos são escassos e a locação deles deve ser feita de forma inteligente e eficiente. Com esse tipo de estudo é possível a partir de pesquisas estimar os fatores e condições para escolha de cada modal de transporte disponível. O processo de escolha, não é aleatório nem estático, sendo influenciado por diversos fatores, como tempo de viagem, velocidade, comprimento do trajeto, conforto, conveniência, custo, confiabilidade e disponibilidade (Campos 2013).

Neste trabalho foi realizada uma revisão bibliográfica para fundamentar as questões sobre como a escolha modal de transporte e quais são as variáveis importantes, posteriormente apresenta uma pesquisa de Preferência Declarada que obtém dados para alimentar o Modelo Logit Binomial de Escolha Discreta, desenhando a probabilidade de escolha entre modos de transporte, veículos por aplicativos (UBER) e transporte coletivo (ônibus), na cidade de Juiz de Fora — MG.

### 1.1 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar um roteiro para a elaboração de uma Pesquisa de Preferência Declarada para elaboração de um Modelo Logit Binomial de Divisão Modal.

Como objetivo específico pretendeu-se elaborar um roteiro para aplicação e utilização pelos alunos da disciplina TRN063 Planejamento e Economia dos Transportes na Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Juiz de Fora.

## 1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está estruturado em seis capítulos, organizados da seguinte maneira: no primeiro capítulo introdução; o segundo é constituído de revisão bibliográfica, apresentado um panorama sobre divisão modal e escolha modal e fazer referência aos modelos; no terceiro capítulo trata a formulação da metodologia empregada para obtenção e tratamento dos dados; no quarto capítulo são apresentados os resultados e as análises; no quinto a conclusão, descreve o conteúdo gerado e suas possíveis conclusões e considerações.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Campos (2013), em uma pesquisa de escolha modal, devemos observar a Divisão Modal entre os meios de transporte e suas características que influenciam na Escolha Modal. O objetivo desta revisão bibliográfica é obter e analisar referenciais existentes relacionados a Escolha Modal e métodos de análises de dados para embasamento dessa escolha e projetar e verificar quais mudanças podem influenciá-la. Com o intuito de atingir esta meta, o ponto inicial consistiu na identificação de palavras-chave apropriadas para as buscas bibliográficas. Paralelamente, foi realizado um aprofundamento no entendimento e na definição de conceitos essenciais, proporcionando um diálogo adequado com as temáticas envolvidas. Ao realizar tal ato, percebeu-se que é notável a influência dos fatores como características socioeconômicas e as características dos serviços, o deslocamento e o usuário são base para divisão modal e com os quais é possível formular modelos de Escolha Modal (Campos, 2012, pg. 92).

Portanto, neste capítulo será explorado a literatura existente sobre escolha discreta, tendo o foco na divisão modal e os métodos e modelos de escolha modal.

### 2.1 TRANSPORTE INDIVIDUAL X TRANSPORTE COLETIVO

Como vantagens em se utilizar um veículo próprio encontra-se a privacidade, a flexibilidade e conforto para seus usuários, mas a necessidade de estacionamento e o custo elevado são desvantagens deste modo de transporte. Com isso, os administradores de grandes cidades buscam formas de implementar medidas para diminuir seu uso (Ferraz e Torres, 2001).

Segundo estudo apresentado pelo IPEA — Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (2011), para os brasileiros, o transporte público prevalece em relações aos demais, sendo 44%, em geral, por ônibus urbano, seguido por carros 23% e por moto com 12,6% e a pé com 12,3%. Esses dados mostram a grande utilização de veículos individuais somando 35,6% contando carros e motocicletas que geram grande impacto no trânsito, aumentando a incidência de congestionamento no meio ambiente.

Portanto, o uso de aplicativo de transporte é uma opção para esses usuários que necessitam da dinâmica e praticidade do transporte individual, com menos custo e impacto para sociedade. Contudo, o transporte coletivo, devido a sua capacidade de transporte de pessoas é a melhor opção para atender às demandas de grandes e médias cidades, mas é importante investimento para garantir melhores serviços.

## 2.2 MODELAGEM DE ESCOLHA MODAL

Planejadores de transporte utilizam um modelo que consiste em um método sequencial de quatro etapas, com a primeira etapa tratando dos modelos de geração de viagens, segunda etapa de distribuição de viagens, a terceira etapa da divisão ou escolha modal e a quarta alocação de tráfego (Ortuzar & Willumsen, 2011). Em particular, na terceira etapa da divisão modal é possível estimar a proporção de viagens realizadas pelas pessoas conforme o modo de transporte. Por meio da matriz O-D resultante da distribuição de viagens, considerando o tipo de região de estudo e os sistemas presentes, uma primeira divisão avaliando a proporção de viagens realizadas por transporte e outra realizada por transporte individual (Campos, 2013). Subsequente dividir novamente às viagens consoante as divisões iniciais.

Desta maneira, a Divisão Modal consiste na base de variáveis que influencia na tomada de decisão escolha modal. No entanto, esta escolha não é um processo estático e nem aleatório, ela é influenciada por diversos fatores, como velocidade, trajeto, nível de conforto, nível de conveniência, custo, confiabilidade, disponibilidade, características da área urbana, nível social e econômico do viajante.

## 2.3 FATORES DE ESCOLHA MODAL

Essa seção descreve as variáveis que influenciam na escolha por modo de transporte.

### 2.3.1 PROPOSITO DA VIAGEM

O propósito de viagem se refere ao motivo que leva a viagem como necessidade de deslocamento de trabalho e escola, sendo aqueles tendo como origem a residência e destino local de trabalho ou à instituição de ensino, já com relação à necessidade de deslocamento com destino residência se referem as viagens de retorno (Silva, 2010). Os meios de transporte públicos presentes nas cidades deveriam atender esta demanda de maior fluxo em horários condizentes com final de expediente e final de turno escolar.

Na utilização de transporte por aplicativo, nos Estados Unidos, o motivo de lazer e atendimento a compromisso social são os principais motivos de utilização do serviço (Dawes, 2016). Já no Brasil, é notório que o número de ônibus disponibilizados em horários de lazer é ligeiramente menor, é possível constatar que existe um paralelo possível entre a utilização de transporte por aplicativos para motivo de lazer.

Ademais a experiência demonstra que existem algumas relações entre propósito da viagem e a utilização ou não de transporte público. Em sua maioria, propósito de lazer utiliza meio de transporte particular comparado a motivos de trabalho e estudo que, devido a sua frequência maior, grande parte dos usuários optam pelo transporte público, corroborando com a pesquisa.

### **2.3.2 PÓLO GERADOR DE TRÁFEGO**

Pólos geradores de tráfego, são definidos como empreendimentos de grande porte que atraem ou geram muitas viagens, desempenham um papel crucial na dinâmica urbana. Esses empreendimentos, como bairros residenciais, industriais e instituições de ensino, modificam o uso do solo circundante e podem influenciar áreas além de seus limites urbanos (Denatran/Fgv, 2001, pg.8; Andrade, 2004).

Universidades como pólos gerador de tráfego nas cidades, além de que os deslocamentos dos discentes, docentes e funcionários podem ser considerados o maior impacto ambiental produzido por elas (Tolley, 1996). Além de atrair público da cidade em que está instalada, é notório que pólos universitários atraem também público das cidades circunvizinhas, aumentando o fluxo de veículos em períodos letivos.

Para implementação de polos geradores de tráfego, os administradores públicos devem avaliar medidas para mitigar seu impacto, o mesmo deve ser feito para os existentes nas cidades, incluindo mais linhas de ônibus para esses locais.

### **2.3.3 TEMPO DE VIAGEM**

Distância entre zonas de estudo ou de modo mais simples, o tempo de uma viagem. Considerando o tempo de espera, tempo de deslocamento entre modo, como caminhar até o ponto de ônibus, ou transbordo entre modos de transporte. No processo de escolha modal, o tempo de viagem é o fator-chave para o cálculo de custos, permitindo avaliar o tempo em cada rota e modo de transporte (Silva, 2010). Em Nurden et al. (2007) apud Vedagiri e Arasan (2009), é realizada uma análise na qual entre os fatores que impedem a migração do usuário de transporte individual para o transporte coletivo estão o tempo de viagem entre estações ou pontos de parada durante os trajetos.

Em sua pesquisa, Zhang et al. (2019), observou que a diferença entre tempo total de viagem considerando diferentes modos e sua frequência tem grande influência na escolha modal. Na atualidade, a utilização de transporte individual por meio de aplicativo como a Uber, por exemplo, traz benefício para os usuários semelhante à utilização de veículos próprios, como tempo de viagem reduzido, correspondendo um competidor do transporte coletivo. Este será um dos aspectos relativos à pesquisa realizada neste trabalho.

### **2.3.4 CARACTERÍSTICAS DO VIAJANTE**

O usuário e suas características socioeconômicas influenciam a divisão modal ao englobar variáveis como renda, posse de veículos, estrutura e tamanho da família, tipo de ocupação e local de trabalho, que são intrinsecamente interligados à escolha modal de um indivíduo.

A renda é parte das variáveis de características socioeconômica do indivíduo e de sua classe social. Segundo pesquisa realizada por Silva (2010), observou-se que classes com renda entre 10 e 20 salários-mínimos com veículo próprio têm a chance de escolha por veículo individual é de 77,26%. No entanto, para indivíduos

com o recorte somente de salários-mínimos variando de 0 a 2 salários sem veículo próprio, a probabilidade de utilização de transporte coletivo é alta. Outro fato interessante do estudo, mostrou que para indivíduos com baixa renda e escolaridade utilização de caminhada é superior a 50%.

Em estudo realizado por Barbosa (2012) considerando faixas de renda no caso de Cuiabá e Várzea Grande, observou-se que entre a faixa de renda de 1 a 5 salários-mínimos os usuários escolheram o transporte individual como sendo seu principal meio de locomoção. Já em classes mais baixas com menos de um salário-mínimo, a utilização de transporte coletivo tem mais interesse. Para modificar esse paradigma seria necessário investimento na qualidade e na oferta de transporte público e investimentos na infraestrutura de mobilidade urbana.

Na utilização de serviços de transporte por aplicativo, o fator de renda está ligado à frequência de utilização do serviço, visto que essa comodidade, possibilita ao usuário aproveitar o tempo da viagem para realizar demais tarefas do seu dia (Dias, 2017). Por outro lado, para pessoas de baixa renda, a barreira imposta pelo custo diminuía a utilização desse tipo de serviço.

Ainda relacionado à renda, o fator propriedade do veículo e sua disponibilidade afetam diretamente na escolha modal. Locais com grupos familiares que não possuem veículos próprios têm uma menor taxa de geração de viagens. Além disso, o “status” de um veículo próprio influencia diretamente na escolha de modalidade de transporte (Hutchinson, 1974).

A disponibilidade de transporte público em algumas zonas residenciais incentiva o uso, em locais pouco povoados a utilização desse tipo de transporte é baixa. Como exemplo, os condomínios de alta padrão presente em algumas cidades brasileiras, local no qual a população tem alta renda e baixa densidade populacional e baixa oferta de serviços de transporte. O mesmo ocorre em bairros mais afastados com população carente e grande densidade populacional, mas devido à necessidade o transporte público é a principal opção de transporte.

### **2.3.5 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE TRANSPORTE**

Considerando o princípio amplamente conhecido como Hierarquia das necessidades de Maslow, descrito por Periard (2018), que identifica as



necessidades básicas dos seres humanos, a segurança e proteção são requisitos da base da pirâmide, que influenciam na tomada de decisão. Portanto, sistemas de transporte que passem a imagem de insegurança afastam o usuário, mesmo que com qualidade associadas como velocidade, por exemplo, não são considerados ficando em segundo plano. Características sociais como nível elevado de violência afetam o sistema de transporte, influenciam na tomada de decisão do usuário.

No caso, o transporte por aplicativos teve rápida popularização devido a sua rapidez e disponibilidade, transporte porta-a-porta, conforto e conveniência desses serviços (Dawes, 2016).

## 2.4 MODELOS DE ESCOLHA MODAL

Os modelos de escolha modal consistem em métodos aplicados a fim de modelar matematicamente a probabilidade de uma determinada escolha pela utilização de modo em detrimento de alternativas disponíveis. Com esse modelo é possível estimar as escolhas mediante atributos dos modos de transportes e, a partir das características dos participantes da pesquisa, extrapolar estimativas de vários cenários.

### 2.4.1 MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA

O modelo de escolha discreta consiste na probabilidade de o indivíduo escolher entre um conjunto de alternativas preestabelecidas, como suas características socioeconômicas qual opção é mais atrativa (Ortúzar e Wilumsen 1990 apud Silva 2010). Com modelos de escolha discreta são estimadas as Funções de Utilidade condicional (1) que descreve a preferência do consumidor. A utilidade é a medida da atratividade de uma alternativa em comparação com as demais.

Onde  $U$  é a utilidade derivada da escolha medida pelos fatores  $x$  do modo de transporte e os valores relativos a esses fatores.

$$U = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_m \quad (1)$$

Os fatores que influenciam na escolha do transporte são aqueles definidos anteriormente, tais como: custo e tempo de viagem, tempo de espera e algumas

derivações destes. A utilidade pode ser positiva, negativa ou nula. Quando negativa é considerada uma desutilidade. Uma função de desutilidade pode ser considerada custo generalizado. Para um modelo determinístico, é razoável dizer que a escolha modal se faz com base na opção que apresenta maior utilidade. A utilidade pode ser considerada por um modelo variando segundo as características e a percepção de cada grupo de indivíduos, atribuindo assim um fator de aleatoriedade ao valor da utilidade que deu origem ao modelo Logit Multinomial.

## 2.4.2 MODELO LOGIT

Essa seção descreve os modelos e suas equações.

### 2.4.2.1 MODELO LOGIT MULTINOMINAL

Modelo Logit Multinomial é mais popularmente utilizada para modelar escolhas discretas (Ortúzar e Wilumsen, 1990), no qual é possível determinar a proporção de viagens que caberá a cada modo de transporte  $k$ , conforme expressão (2):

$$p(k) = \frac{e^{uk}}{\sum x e^{uk}} \quad (2)$$

Onde:

$p(k)$  — probabilidade de escolha do modo  $k$

$k$  — um modo de transporte  $x$  — todos os modos concorrentes

$U_k$  — utilidade do modo  $k$

A probabilidade de escolha do modelo determina alternativa dentre as possibilidades de concorrentes por unidade de decisão (indivíduo, residência, região, etc.).

### 2.4.2.2 MODELO LOGIT BINOMIAL

No caso da proporção de viagens se aplicar a apenas duas alternativas de transporte utiliza-se o Modelo Binomial. Supondo a distribuição de viagens entre dois modos A e B, e as utilidades relativas deles como sendo  $U_A$  e  $U_B$  respectivamente, o modelo se torna (3):

$$p(A) = \left( \frac{1}{1 + (e^{Ua-})} \right) \quad (3)$$

Onde  $p(A)$  é a probabilidade de escolha do modo A para B (4).

$$P(B) = 1 - p(A) \quad (4)$$

Quando a divisão modal é feita em pares de modo de transporte, a calibração do modelo (5) é útil. Podendo ser feita considerando diferentes atributos e utilizando o método de regressão Linear para estimar a diferença de utilidade entre os modos.

Com:

$$\ln \left( \frac{pb}{pa} \right) = a_0 + a_1(x_{1B} - X_{1A}) + a_2(x_{2B} - x_{2A} \dots + a_n(x_{nB} - X_{na}) \quad (5)$$

Os coeficientes podem ser obtidos por meio de regressão linear com a variável dependente é o logaritmo neperiano da razão entre o percentual de utilidade entre os dois modos de transporte e as variáveis dependentes correspondentes às diferenças entre os valores dos fatores considerados entre os modos de transporte.

### 2.4.3 COLETA DE DADOS

Para obtenção de dados para modelos de escolha modal, são utilizadas pesquisa de preferência declarada e pesquisa de preferência revelada.

#### 2.4.3.1 PREFERÊNCIA DECLARADA (PD)

A abordagem da preferência declarada caracteriza-se por conjuntos de técnicas que empregam as respostas individuais dos entrevistados acerca de suas preferências em relação a um conjunto de opções hipotéticas para estimar a função utilidade

No âmbito dos transportes, as técnicas de preferência declarada, assim como as preferências reveladas, são utilizadas na condução de pesquisas de origem e destino, proporcionando informações sobre o comportamento do consumidor.

A abordagem da preferência declarada pode ser considerada uma interação entre um método de pesquisa e uma fundamentação teórica comportamental (Novaes, 1986).

Este tipo de pesquisa pode ser aplicado em diferentes tipos de setores, devido a sua simples aplicação, podendo ser aplicada a diferentes tipos de produtos e serviços, estudando os resultados e verificando as chances de sucesso de um produto, por exemplo. Zanotto (2022), utilizou esse tipo de pesquisa para obtenção de dados para analisar a preferência dos consumidores de comércio eletrônico; Brandli (2005) utilizou para analisar a escolha habitacional.

#### 2.4.3.2 PREFERÊNCIA REVELADA (PR)

Pesquisa de Preferências Revelada (PR), tem como base as escolhas feitas pelos indivíduos para uma determinada situação existente com informações relativas à importância na qual podem influenciar na tomada de decisão (Ortúzar e Wilumsen, 1990). Relacionado a escolhas reais considerando os gostos e preferências pessoais de cada indivíduo (Train, 2002).

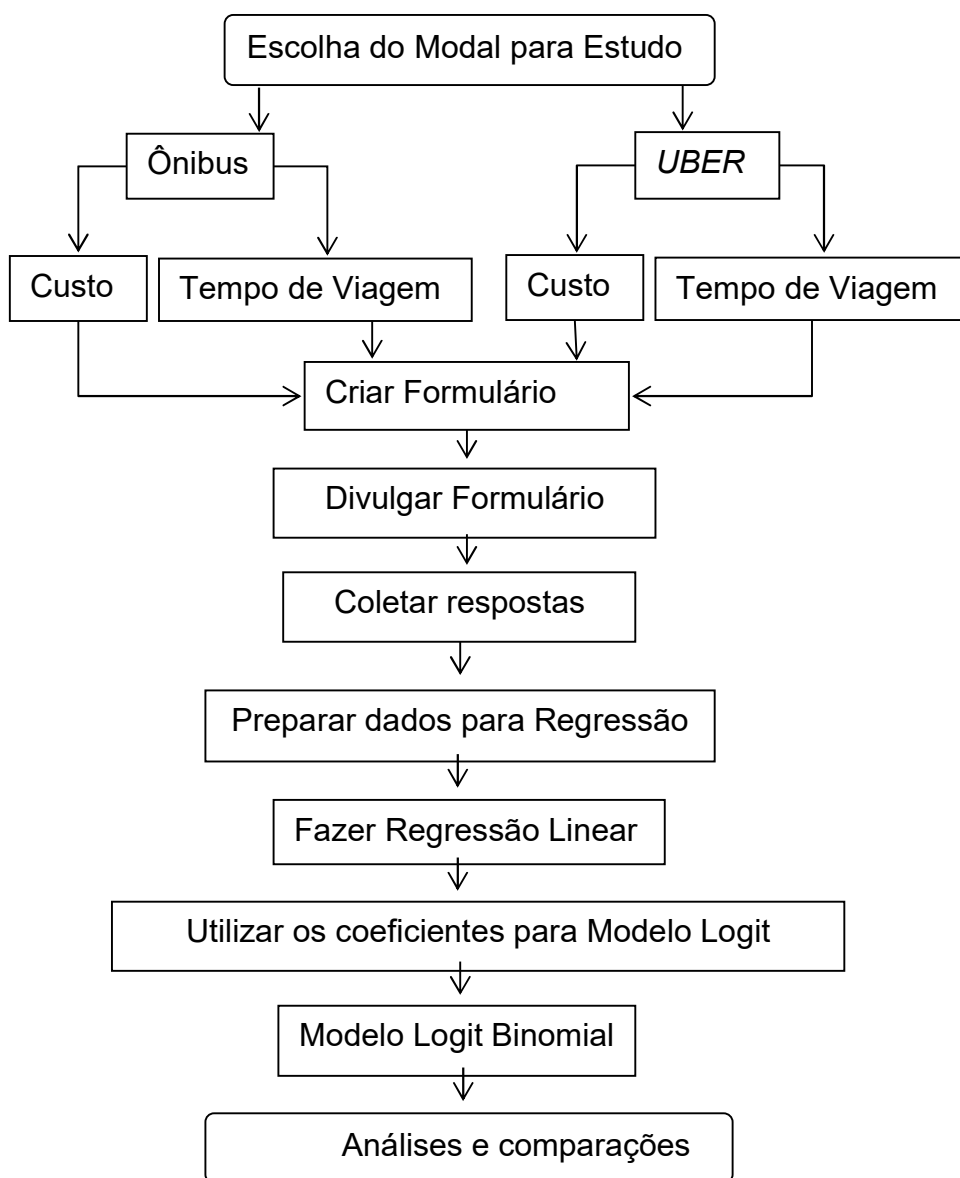
As técnicas empregadas neste método buscam, sobretudo, identificar as decisões dos usuários de algum serviço, a partir de entrevistas exploratórias com intuito de investigar sobre a relação entre o usuário e o serviço (Silva, 2010).

Normalmente, os dados de preferência revelados são obtidos por meio de formulário no qual o pesquisador questiona os fatores que influenciam na escolha e na não escolha (Ortúzar e Román, 2003). Com esses dados é possível estimar a partir de técnicas estatísticas a função de utilidade de cada alternativa. Cabe ressaltar que o emprego destes dados não está livre de problemas, uma vez que possa existir correlação entre as variáveis, podendo haver erros de medidas e pouca variabilidade, além da dificuldade de avaliar variáveis qualitativas.

### 3 METODOLOGIA

As etapas da metodologia deste trabalho estão esquematizadas em um fluxograma a seguir. Iniciando pela escolha modal de transporte, identificação de dados e criação do formulário, divulgação do formulário, coleta e preparação das respostas, Regressão Linear. E, por fim, analisar os resultados do modelo.

**Figura 1** - Fluxograma Metodológico



**Fonte:** Elaborado pelo autor

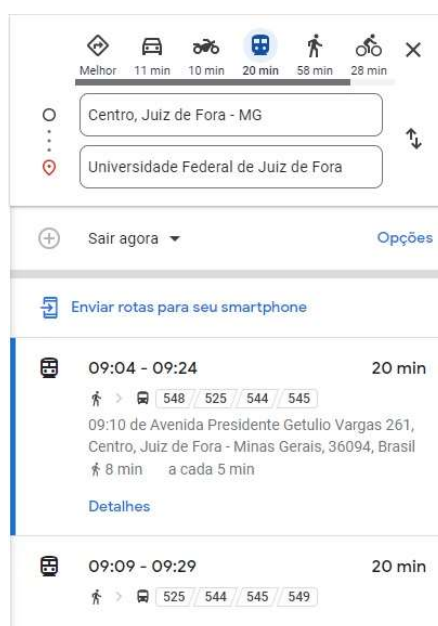
### 3.1 ESCOLHA DO MODAL DE ESTUDO

O objetivo da Pesquisa De Preferência Declarada (PD) do presente trabalho, coletar dados da escolha dos usuários para escolha modal, entre o modal de transporte Ônibus e veículos por aplicativos.

### 3.2 ESTIMATIVA DE VARIÁVEIS

As variáveis utilizadas são o tempo e o preço. A partir de dados do aplicativo Moovit ou do Google Maps, são obtidos os parâmetros de tempo de viagem de algumas linhas de ônibus da cidade de Juiz de fora, considerando o tempo total de viagem, do ponto inicial e ponto final e acrescentando um tempo de espera, considerado neste trabalho de 15 minutos, sendo a primeira opção da pesquisa. Já para a segunda opção de modal, foram utilizados aplicativos de transporte Uber, incluindo no aplicativo o ponto inicial e o ponto final de cada linha e anotando o preço e tempo de viagem calculado pelo aplicativo conforme Figura 3 e Figura 4.

**Figura 2:** Exemplo de obtenção de tempo de viagem



Fonte: Autor

**Figura 3:** Exemplo de obtenção de tempo e Custo *UBER*

The image shows a screenshot of the Uber app interface. On the left, under the heading "Peça uma viagem", there are three input fields: "Av. Getúlio Vargas, 495", "Faculdade de Engenharia - UF...", and "Embarcar agora" with a dropdown arrow. On the right, under the heading "Escolha uma viagem", there is a "Recomendados" section. It lists two options: "UberX" with a car icon, 3 min de distância, 18-19, and a price of R\$ 14,95; and "Moto" with a motorcycle icon, 7 min de distância, 18-23, and a price of R\$ 13,73. The UberX option is highlighted with a blue "Faster" badge.

**Fonte:** Autor

### 3.3 CRIAÇÃO DE FORMULÁRIO

Utilizando o Google Forms, para criar um formulário com dez pares de perguntas sobre a escolha entre o ônibus e o transporte por aplicativo, com seus respectivos tempo e custo. Posteriormente enviar este formulário para o público.

**Figura 4:** Formulário de pesquisa

The image shows a screenshot of a Google Form titled "Pesquisa de Preferência Declarada". The form contains the following text: "Pesquisa tem como objetivo adquirir dados relativos a um sistema de transporte hipotético.", "Desse modo, considere que precisa de deslocar de um ponto de origem até um destino, e responda de acordo com sua preferência em cada caso, considerando as opção entre veículos de aplicativos e ônibus e seus respectivos tempos de viagem.", and "Obrigado pela sua participação!!!". Below this, there is a question: "Qual alternativa você escolheria?\*" with two radio button options: "Veículo de Aplicativo - Tempo de Viagem = 42 minutos - Custo = R\$34,93" and "Ônibus - Tempo de Viagem = 65 minutos - Custo = R\$3,75".

**Fonte:** Autor

### 3.4 OBTENÇÃO DE DADOS

Com a aplicação desse formulário será obtido os dados das escolhas, no Apêndice A, e possível observar o resultado para cada pergunta.

### 3.5 REPARAR DADOS PARA REGRESSÃO

Utilizando uma planilha Excel para obter as relações entre as proporções relativas calculadas para calibração do modelo. Conforme Apêndice B, Tabela A e Tabela B.

E por fim, é feita a regressão linear e com seus coeficientes utilizar o Modelo Logit Binomial para estimar a probabilidade de escolha e propor alterações de tempo e custo e analisar quais alterações podem ser feitas para melhorar a prestação de serviços.

Cabe ressaltar que o modo de escolha na estimativa dos tempos de deslocamento foi elaborado pelo autor para aproximar o trabalho de forma mais realista, mas os dados Pesquisa de Preferência Declarada podem ser feitos por dados hipotéticos.

Modelo Logit Binomial (6):

$$P(A) = \frac{1}{1 + e^{\alpha_0 + \alpha_1(X^1_B - X^1_A) + \alpha_2(X^2_B - X^2_A)}} \quad (6)$$

### 3.6 ANÁLISES E COMPARAÇÕES COM MODELO

A partir da equação do modelo é possível identificar a probabilidade de A (veículos por aplicativos), referente a escolha modal de transporte por aplicativo. Subtraindo o resultado de A por 1, é conhecido o valor da probabilidade de B (ônibus) para cada par de dados. Para analisar as modificações que possam ser feitas, diminuindo ou aumentando a probabilidade de escolha de cada modo de transporte.



#### 4 ANÁLISES E RESULTADOS

A Pesquisa de Preferência Declarada continha 10 cenários variando os critérios tempo e custo. Para fins didáticos, nesta pesquisa foram consideradas, somente, dois critérios para sua aplicação, devido ao tempo limite para sua execução e os recursos necessários para uma pesquisa mais ampla.

A pesquisa foi aplicada durante uma semana do dia 19 de novembro 2023 ao 26 de novembro de 2023 com o auxílio do *Google Forms*, o link de acesso da pesquisa foi divulgado por meio de mensagens no *WhatsApp* e foi pedido aos destinatários que compartilhassem com amigos da Universidade. Foram obtidas 20 respostas.

A partir da Regressão Linear dos dados conforme Apêndice B, foram encontrados:

O R - múltiplo, medida de grau de associação entre a variável dependente e as variáveis independentes, é de aproximadamente 88%.

R - Quadrado Coeficiente de Determinação indicam que a variação sofrida pela variável dependente está explicada pelas variáveis independentes em 78%.

‘ R-quadrado ajustado 71% e Erro Padrão Médio  $ep = 0,67\%$

Intercepção = 0,3605

Coeficiente de tempo = -0,068

Coeficiente de custo = -0,095

Com valores de star t que mede a diferença em relação à variação dos dados amostrais e os valores de valor-p, a probabilidade de observar uma diferença tão grande ou maior do que foi observada sob hipótese nula foram satisfatórios. Além disso, os limites inferior e superior de cada com 95% de confiança variando no limite.

Com os valores da Intercepção, Coeficiente de tempo e Coeficiente de custo, substituindo os valores de  $\alpha$ , Modelo Logit Binomial para a probabilidade de escolha de veículos de aplicativos  $P(A)$ :

$$P(A) = \frac{1}{1 + e^{0,3605 - ,0681(X^1B - X^1A) - 0,09487(X^2B - X^2A)}}$$

A partir do modelo é possível estimar quais modificações dentro dos dois modos de transporte pesquisados surtiram diferenças nas probabilidades. Primeiro

teste feito, para as linhas de pesquisa, diminuindo o tempo de viagem do ônibus em 30%, comparando a probabilidade com os dados da pesquisa, observa-se um aumento de 22% na probabilidade de escolha de ônibus na Linha 08, para o caso da Linha 05 houve queda de 17% da probabilidade de escolha de veículo de aplicativo, conforme Tabela 1 e Tabela 2.

Para o segundo teste, simulando uma queda no preço dos combustíveis ou no custo fixo por quilômetro dos veículos por aplicativo de cerca de 20%, para Linha 01 houve um aumento de 10% na probabilidade da escolha de veículos por aplicativo, chegando a 12% na Linha 06.

Para o terceiro teste, simulando a queda no preço fixo da passagem em 10%, não houve mudanças perceptíveis, conforme Tabela 1 e Tabela 2.

Em algumas cidades do país tem se adotado a gratuidade das passagens de ônibus nos finais de semana, para esse quarto texto será simulado o efeito desse tipo de política pública, nesse cenário, houve queda 11% na Linha 02, 8% na Linha 06 e Linha 09 conforme Tabela 1 e Tabela 2.

**Tabela 1** - Resultado Modelo Logit Binomial - Para Veículos por aplicativo

	<b>Pesquisa</b>	<b>Teste 01</b>	<b>Teste 02</b>	<b>Teste 03</b>	<b>Teste 04</b>
<b>O/D</b>	<b>P(A)</b>	<b>P(A)</b>	<b>P(A)</b>	<b>P(A)</b>	<b>P(A)</b>
Linha 01	0,148	0,044	0,139	0,252	0,108
Linha 02	0,566	0,366	0,549	0,625	0,478
Linha 03	0,398	0,284	0,381	0,458	0,316
Linha 04	0,255	0,156	0,242	0,321	0,193
Linha 05	0,49	0,320	0,473	0,557	0,403
Linha 06	0,419	0,197	0,402	0,537	0,336
Linha 07	0,621	0,242	0,604	0,743	0,534
Linha 08	0,881	0,668	0,874	0,906	0,839
Linha 09	0,438	0,268	0,420	0,518	0,353
Linha 10	0,165	0,026	0,156	0,278	0,122

**Fonte:** Elaborado pelo Autor

**Tabela 2** - Resultado Modelo Logit Binomial - para ônibus

	<b>Pesquisa</b>	<b>Teste 01</b>	<b>Teste 02</b>	<b>Teste 03</b>	<b>Teste 04</b>
<b>O/D</b>	<b>P(B)</b>	<b>P(B)</b>	<b>P(B)</b>	<b>P(B)</b>	<b>P(B)</b>
Linha 01	0,852	0,956	0,861	0,748	0,892
Linha 02	0,434	0,634	0,451	0,375	0,522
Linha 03	0,602	0,716	0,619	0,542	0,684
Linha 04	0,745	0,844	0,758	0,679	0,807
Linha 05	0,510	0,680	0,527	0,443	0,597
Linha 06	0,581	0,803	0,598	0,463	0,664
Linha 07	0,379	0,758	0,396	0,257	0,466
Linha 08	0,119	0,332	0,126	0,094	0,161
Linha 09	0,562	0,732	0,580	0,482	0,647
Linha 10	0,835	0,974	0,844	0,722	0,878

**Fonte:** Elaborado pelo autor

## 5 CONCLUSÃO

A análise de escolha modal se mostrou um método exequível para exemplificar estudos dessa natureza, visto que, com poucos dados, foi possível entender sobre o que influencia a escolha modal. Cabe salientar que este trabalho se presta a ser uma simulação de estudo para viabilidade da Pesquisa Escolha Declarada para, posteriormente, ser utilizado o mesmo método na disciplina Planejamento e Economia de Transporte, complementando a matéria teórico com um estudo prático possível de ser executado em um semestre por alunos dessa disciplina.

Para modelagem mais realista haveria a necessidade de um estudo mais completo, com dados da situação socioeconômicas dos usuários, bem como, gênero e profissão para uma fonte de dados mais fidedigna com a realidade, associado a uma Pesquisa de Preferência Revelada.

No entanto, utilizando de somente dois fatores que influenciam na escolha modal e dois modos de transporte, foi possível perceber um pouco do comportamento dos usuários do polo gerador de viagem a Universidade Federal de Juiz de Fora — MG, pelos resultados se pode inferir que a previsibilidade do tempo de viagem do transporte por aplicativo se mostra uma solução competitiva para os usuários, mas para o requisito custo se mostra um empecilho para o uso. Já para o uso do ônibus, seria indicado maneiras de se diminuir o tempo de viagem, podendo assim ser mais competitivo que veículos por aplicativos. Outro ponto interessante, mesmo com tarifa zero no transporte público aos finais de semana, uma parcela da população continuaria optando por utilizar transporte por aplicativo.

Em suma, neste trabalho foi possível destacar em parte a influência da escolha modal no planejamento modal, visto que o investimento em transporte público sem acompanhamento de políticas públicas que melhorem a segurança e o conforto do usuário teriam um efeito limitado.

A partir do roteiro metodológico criado neste trabalho é possível, com o passar do tempo, estudos complementares a esse podem ser realizados explorando novos pares de fatores que influenciam na escolha modal, possibilitando criar um banco de dados, no qual, será observar a evolução dos modos de transporte, bem como, comparar fatores que influenciam na escolha modal.



## REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. P. S. DE. **Shopping center e seus impactos na circulação urbana: Estudo de caso: Center Shopping em Uberlândia, MG** Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2004, p 234.

Barbosa, C. A. Z. **Os impactos das Tarifas Diferenciadas no Padrão de Divisão Modal: O caso de Cuiabá e Várzea Grande, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012, p 93.**

Brandli, L. L.; Heineck L. F. M. **As abordagens dos modelos de preferência declarada e revelada no processo de escolha habitacional**, Porto Alegre, 2005.

CAMPOS, V. B. G. **Planejamento de Transportes: Conceitos e Modelos**. 1. ed. Rio de Janeiro, RJ: Interciência, 2013, 188 p.

DAWES, M. **Perspectives on the Ridesourcing Revolution: Surveying individual attitudes toward Uber and Lyft to inform urban transportation policymaking**, 2016. 84f. Dissertação de Mestrado — Department of Urban Studies and Planning, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2016

DIAS, F.F.; LAVIERI, P.S.; GARIKAPATI, V.M.; ASTROZA, S.; PENDYALA, R, M.; BHAT, C.R. **A behavioral choice model of the use of car-sharing and ride-sourcing services. Transportation**, v. 44, 2017 p 1323.

FERRAZ, Antonio C.P., e TORRES, Isaac G. E. **Transporte Público Urbano**. São Carlos: Rima, 2004, 428 p.

HUTCHINSON, B. G. **Princípios de Planejamento dos Sistemas de Transporte Urbano**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S. A, 1979, 416 p.

Instituto Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (2011). Sistema de Indicadores de Percepção Social (SIPS) sobre Mobilidade Urbana. Disponível em [www.ipea.gov.br](http://www.ipea.gov.br). Acesso em 05/12/2013.

Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego. Brasília: DENATRAN/FGV, 2001, 81 p.

NOVAES, A. G. **Sistemas de Transporte: Análise da Demanda**. São Paulo - SP: Edgard Blucher Ltda. Vol. 1, 1986, 151 p.

Ortúzar, J. de D. e Román, C. (2003). **El Problema de Modelación de Demanda Desde Una Perspectiva Desagregada: el caso del transporte**. Eure, v. 29, n.º 88, p. 149-171.

ORTÚZAR, J. de D. e WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. Inglaterra: John Wiley e Sons Ltda., 1990, 373 p.

PAULO, R. F. **Crescimento Urbano Desordenado**: O papel do Estado e da Sociedade diante dos impactos socioambientais. Porto Alegre, Editora Fi, 2018, 173 p.

PERIARD, G. A hierarquia de necessidades de Maslow – O que é e como funciona. Brasil, 2018, Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/portal-da-estrategia/artigos-gestao-estrategica/a-hierarquia-de-necessidades-de-maslow> Acesso em: 09 de dez. 2023.

SANTOS, B.J.R. **A qualidade no Serviço de Transporte Público Urbano**. NUPENGE – Núcleo de Pesquisa em Engenharia. I Jornada Científica de Engenharia, Goiânia, 2003, 12 p.

SILVA, T. **Análise da Escolha Modal Binomial com Base no Modelo Logit**. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, 2010, 115 p.

TRAIN, K, E. **Discrete Choice Methods With Simulation**. Cambridge: University Press, 2002, 230, 330p.

UBER, **Uber completa 5 anos no Brasil com 2,6 bilhões de viagens realizadas**. Uber Newsroom, 17 jul. 2019. Disponível em: <<https://www.uber.com/pt-BR/newsroom/uber-completa-5-anos-de-brasil-com-26-bilhoes-de-viagens-realizadas/>> Acesso em: 05 dez. 2023

Universidade Federal de Juiz de Fora. Competências - UFJF. Minas Gerais. Disponível em Competências - UFJF. Acesso em: 06 jan. 2023.

VASCONCELOS, E.A. **Transporte urbano nos países em desenvolvimento**: Reflexões e Propostas. São Paulo: Annablume, 2000, 282 p.

VEDAGIRI, Perumal, ARASAN, V.T. **Modelling Modal Shift due to the enhanced level of bus service**. Artigo apresentado ao Institute of Technology Madras, Chennai, India:

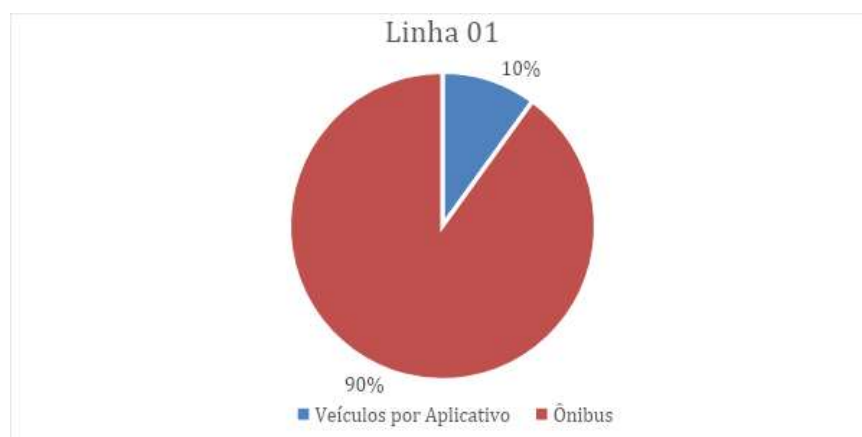
2009

ZANOTTO, A. B. **Análise da preferência dos consumidores de comércio eletrônico sob a ótica da Logística da última milha.** Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2022, p 75.

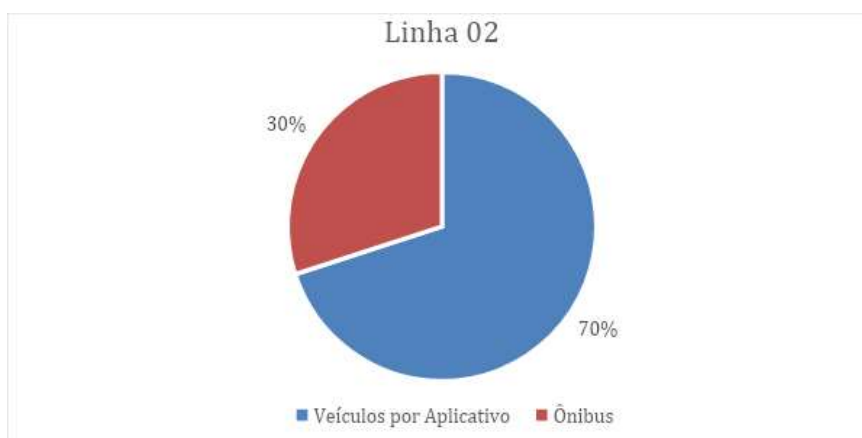
ZHANG, Rui; YAO, Enjian; LIU, Zhili. **School travel mode choice** in Beijing, China. *Journal of Transport Geography*, v. 62, p.98-110, jun. 2017.



## APÊNDICE A – Gráficos

**Figura 5 - Linha 01**

Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

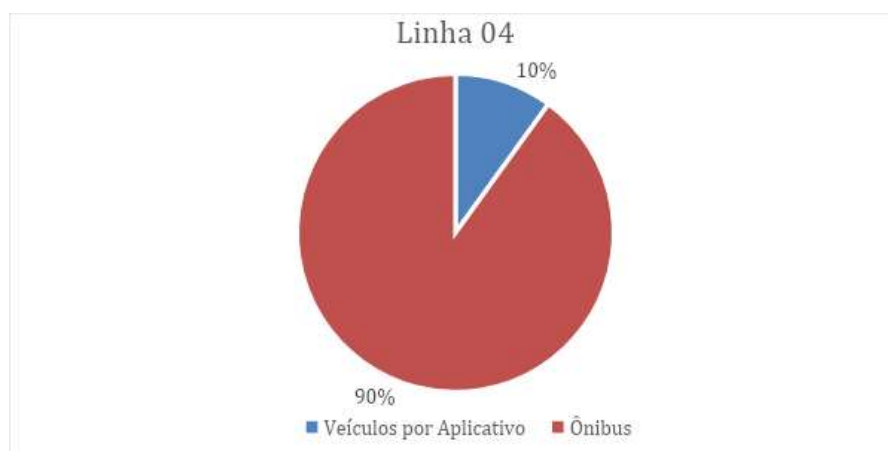
**Figura 6 - Linha 02**

Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 7 - Linha 03**

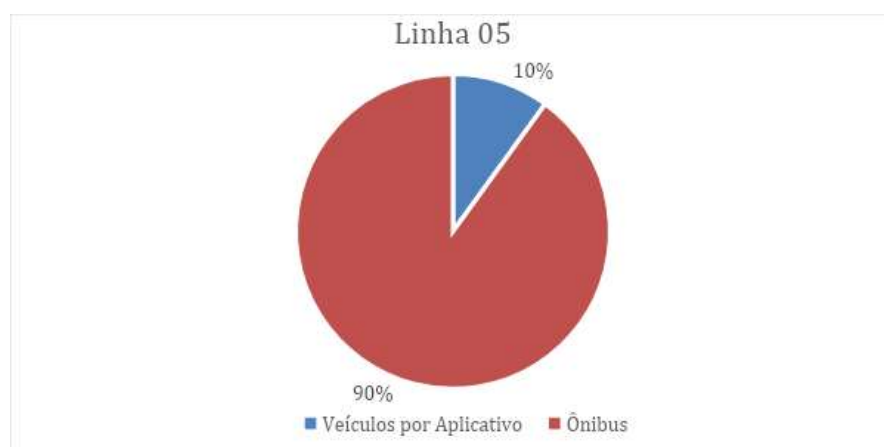
Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 8 - Linha 04**



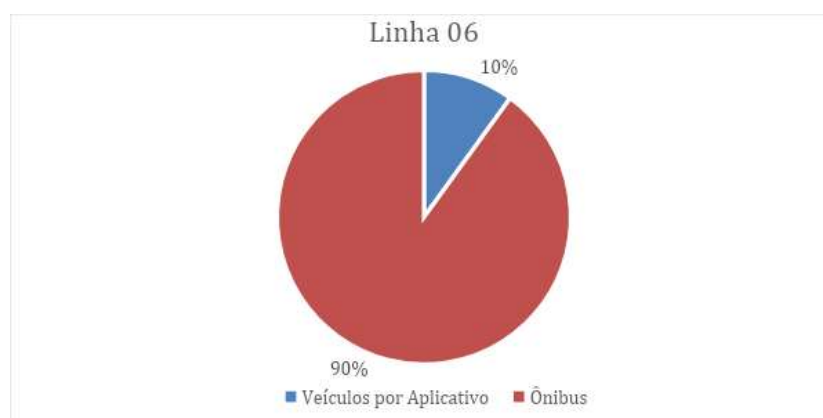
Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 9 - Linha 05**

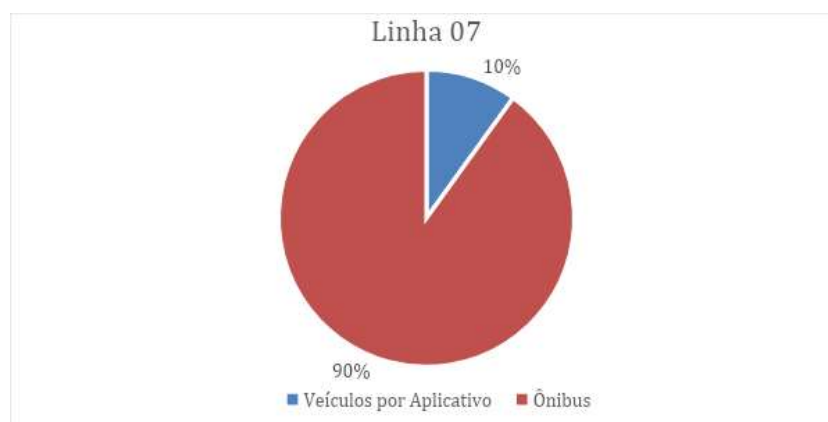


Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 10 - Linha 06**



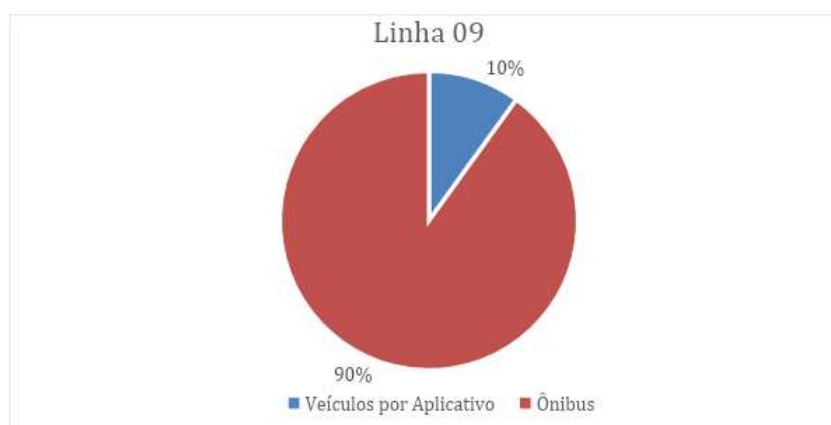
Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 11 - Linha 07**

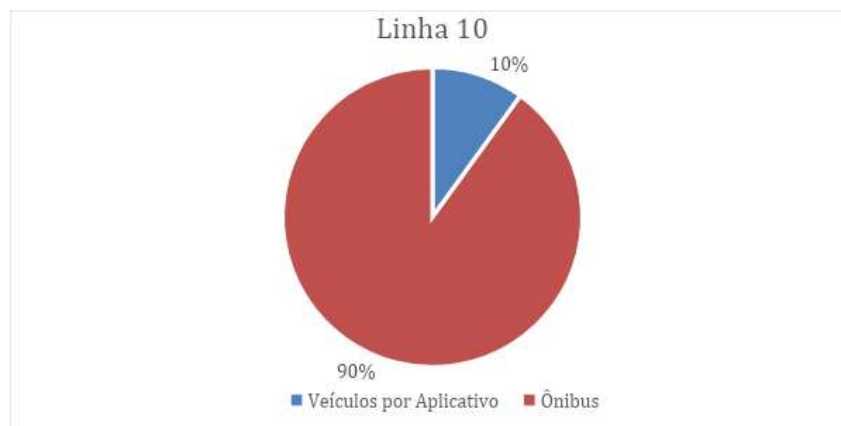
Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 12 - Linha 08**

Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 13 - Linha 09**

Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

**Figura 14 - Linha 10**

Fonte: Elaboração própria usando dados coletados durante a pesquisa.

## APÊNDICE B — Tabelas

Tabela 3 – Resultado Pesquisa de Preferência Declarada

O/D	X1(AUTO tempo)	X2 (AUTO)	X1 (ônibus tempo)	X2(ônibus)	%VIAGENS AUTO
Linha 01	42	34,93	65	3,75	0,10
Linha 02	18	12,92	40	3,75	0,70
Linha 03	13	12,94	25	3,75	0,20
Linha 04	22	16,99	30	3,75	0,50
Linha 05	16	13,99	35	3,75	0,45
Linha 06	23	24,91	53	3,75	0,50
Linha 07	31	29,91	80	3,75	0,70
Linha 08	15	13,98	64	3,75	0,85
Linha 09	17	16,94	37	3,75	0,35
Linha 10	33	34,96	58	3,75	0,15

Fonte: Elabora pelo autor.

Tabela 4 – Relação entre as proporções relativas calculadas para calibração do modelo

O/D	PB/PA	LN(PB/PA)	X1- ÔNIBUS - X1 - UBER	X2- ÔNIBUS - X2-UBER
Linha 01	9,00	2,20	23,00	-31,18
Linha 02	0,43	-0,85	22,00	-9,17
Linha 03	4,00	1,39	12,00	-9,19
Linha 04	1,00	0	8,00	-13,24
Linha 05	1,22	0,20	19,00	-10,24
Linha 06	1,00	0	30,00	-21,16
Linha 07	0,43	-0,85	49,00	-26,16
Linha 08	0,18	-1,73	49,00	-10,23
Linha 09	1,86	0,62	20,00	-13,19
Linha 10	5,67	1,73	25,00	-31,21

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 5** – Estatística de Regressão

Estatística de regressão	
R múltiplo	0,881
R — Quadrado	0,776
R — Quadrado ajustado	0,713
Erro padrão	0,666
Observações	10

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 6** – Resultado coeficientes

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Start t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	0,36	0,570	0,632	0,547	-0,988	1,709
X1-ÔNIBUS - X1						
- UBER	-0,068	0,017	-4,072	0,005	-0,108	-0,029
X2-ÔNIBUS - X2-						
UBER	-0,095	0,025	-3,750	0,007	-0,155	-0,035

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 7** – Resultado Modelo Logit Binomial - Pesquisa

<b>P(A)</b>	<b>P(B)</b>
0,147691	0,852309
0,566421	0,433579
0,397616	0,602384
0,255031	0,744969
0,49038	0,50962
0,419299	0,580701
0,620919	0,379081
0,881299	0,118701
0,437754	0,562246
0,165271	0,834729

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 8** – Teste 1 - Ônibus com menos 30% no tempo de viagem do ônibus

O/D	X1 (AUTO tempo)	X2 (AUTO)	X1 (ônibus tempo)	X2 (onibus)
Linha 01	42	34,93	45,5	3,75
Linha 02	18	12,92	28	3,75
Linha 03	13	12,94	17,5	3,75
Linha 04	22	16,99	21	3,75
Linha 05	16	13,99	24,5	3,75
Linha 06	23	24,91	37,1	3,75
Linha 07	31	29,91	56	3,75
Linha 08	15	13,98	44,8	3,75
Linha 09	17	16,94	25,9	3,75
Linha 10	33	34,96	28,4 2	3,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 9** – Resultado Modelo Logit Binomial – Teste 1

P(A)	P(B)
0,044	0,956
0,366	0,634
0,284	0,716
0,156	0,844
0,320	0,680
0,197	0,803
0,242	0,758
0,668	0,332
0,268	0,732
0,026	0,974

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 10** – Teste 2 - Preço do ônibus com menos 30%

O/D	X1(AUTO tempo)	X2(AUTO)	X1 (ônibus tempo)	X2 (ônibus)
Linha 01	42	34,93	65	3
Linha 02	18	12,92	40	3
Linha 03	13	12,94	25	3
Linha 04	22	16,99	30	3
Linha 05	16	13,99	35	3
Linha 06	23	24,91	53	3
Linha 07	31	29,91	80	3
Linha 08	15	13,98	64	3
Linha 09	17	16,94	37	3
Linha 10	33	34,96	58	3

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 11** – Resultado Modelo Logit Binomial – Teste 02

P(A)	P(B)
0,139	0,861
0,549	0,451
0,381	0,619
0,242	0,758
0,473	0,527
0,402	0,598
0,604	0,396
0,874	0,126
0,420	0,580
0,156	0,844

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 12** – Teste 03 – Preço do veículo por aplicativo com menos 20%



O/D	X1 (AUTO tempo)	X2 (AUTO)	X1 (ônibus tempo)	X2 (ônibus)
Linha 01	42	27,94	65	3,75
Linha 02	18	10,34	40	3,75
Linha 03	13	10,35	25	3,75
Linha 04	22	13,59	30	3,75
Linha 05	16	11,19	35	3,75
Linha 06	23	19,93	53	3,75
Linha 07	31	23,93	80	3,75
Linha 08	15	11,18	64	3,75
Linha 09	17	13,55	37	3,75
Linha 10	33	27,97	58	3,75

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 13 – Resultado Modelo Logit Binomial – Teste 03

P(A)	P(B)
0,252	0,748
0,625	0,375
0,458	0,542
0,321	0,679
0,557	0,443
0,537	0,463
0,743	0,257
0,906	0,094
0,518	0,482
0,278	0,722

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 14 – Teste 04 – Ônibus sem custo

O/D	X1 (AUTO tempo)	X2 (AUTO)	X1 (ônibus tempo)	X2 (ônibus)
Linha 01	42	34,93	65	0

Linha 02	18	12,92	40	0
Linha 03	13	12,94	25	0
Linha 04	22	16,99	30	0
Linha 05	16	13,99	35	0
Linha 06	23	24,91	53	0
Linha 07	31	29,91	80	0
Linha 08	15	13,98	64	0
Linha 09	17	16,94	37	0
Linha 10	33	34,96	58	0

Fonte: Elaborado pelo autor.

**Tabela 15** – Resultado Modelo Logit Binomial – Teste 04

<b>P(A)</b>	<b>P(B)</b>
0,108	0,892
0,478	0,522
0,316	0,684
0,193	0,807
0,403	0,597
0,336	0,664
0,534	0,466
0,839	0,161
0,353	0,647
0,122	0,878

Fonte: Elaborado pelo autor.