

**AMÉRICO DA SILVA JUNIOR  
ERICK MONTEIRO DAOLO  
FÁBIO VARGAS LIMA**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE COMPARTILHAMENTO DE  
VEÍCULOS EM VIAGENS DE ÚLTIMA MILHA NA REGIÃO DA  
ESTAÇÃO FARIA LIMA DO METRÔ**

Trabalho de Formatura do Curso de  
Engenharia Civil apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo

São Paulo  
2017

**AMÉRICO DA SILVA JUNIOR  
ERICK MONTEIRO DAOLO  
FÁBIO VARGAS LIMA**

**ESTUDO DE VIABILIDADE DE COMPARTILHAMENTO DE  
VEÍCULOS EM VIAGENS DE ÚLTIMA MILHA NA REGIÃO DA  
ESTAÇÃO FARIA LIMA DO METRÔ**

Trabalho de Formatura do Curso de  
Engenharia Civil apresentado à Escola  
Politécnica da Universidade de São Paulo

Orientador: Professor Doutor Cláudio  
Barbieri da Cunha

São Paulo  
2017

## Catalogação-na-publicação

Junior, Américo da Silva

Estudo de viabilidade de compartilhamento de veículos em viagens de  
última milha na região da estação Faria Lima do metrô / A. S. Junior, E. M.  
Daolio, F. V. Lima -- São Paulo, 2017.

128 p.

Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São  
Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1. Transporte de passageiros 2. Sistemas de transporte (programação  
matemática) 3. Engenharia Civil I. Universidade de São Paulo. Escola  
Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II.t. III. Daolio, Erick  
Monteiro IV. Lima, Fábio Vargas

## AGRADECIMENTOS

Durante o ano de desenvolvimento deste trabalho, o grupo, além do esforço próprio, teve muita ajuda de pessoas próximas. Gostaríamos de agradecer a todas essas pessoas que ajudaram a tornar este trabalho possível. Primeiramente, nossas famílias e amigos pelo apoio durante todos esses anos de faculdade até o presente momento.

Agradecemos ao Professor Cláudio Barbieri, orientador deste trabalho, por todo o conhecimento transmitido e por ajudar-nos a traçar estratégias que permitiram que um trabalho tão desafiador pudesse ser realizado. Também gostaríamos de agradecer ao apoio de Priscila Coutinho, que nos auxiliou em todas as fases de elaboração do trabalho, e Bruno Uberti Souza pela ajuda com a pesquisa de preferência declarada, algo que não é ensinado na grade curricular da Engenharia Civil, e por nos ajudarem no contato com professores especialistas nesse assunto. Com certeza foi de grande valia para este trabalho.

Agradecemos também ao Fernando Mutarelli que nos ajudou com várias dicas valiosas durante o primeiro semestre do nosso trabalho.

Por ajudarem nas exaustivas tarefas de confecção dos cartões e realização de entrevistas em nossa pesquisa de campo, agradecemos à Renata Daolio e Georgia Liz Verzegnossi.

Por fim, agradecemos a José Carlos Martinelli e ao Professor Jorge Leal por se disponibilizarem a participar de nossas duas bancas deste ano.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade do compartilhamento de viagens de última milha ao redor da região da estação Faria Lima do metrô, para no máximo dois passageiros. O trabalho foi dividido em três grandes etapas. A primeira é o entendimento das preferências de viagens de última milha na região de estudo. A segunda é o estudo de uma demanda ideal de passageiros para o compartilhamento de veículos na região. A terceira é a concepção de uma baia de embarque de passageiros no Largo da Batata.

Na primeira etapa foi realizada em campo uma pesquisa de preferência declarada. O objetivo era comparar a atual viagem do entrevistado com a mesma viagem realizada por carro compartilhado, alterando-se o custo e tempo de espera. Apesar das dificuldades para obtenção de respostas, foi possível conseguir uma amostra satisfatória para a comparação entre viagens de ônibus e carro compartilhado. Os resultados mostraram que a variável mais relevante na escolha do modal de transporte é o custo. Na segunda etapa do trabalho, foi desenvolvido um algoritmo em Python que calcula a porcentagem de compartilhamento baseado no estudo de Alonso-Mora et al. do MIT, que provou ser possível compartilhar 98% das corridas de táxi de Nova York com 2,8 minutos de espera e 3,5 minutos de atraso médio. Os pontos de destino foram escolhidos na região de estudo e sorteados aleatoriamente durante a simulação. Os horários de chegada foram sorteados por meio de uma distribuição Markoviana. Para o cálculo do *matching* foram construídas matrizes de custo de compartilhamento e para se encontrar a resposta ótima foi utilizada a biblioteca de otimização do Gurobi. O compartilhamento foi simulado variando-se o máximo tempo de espera e atraso e a taxa de chegada de passageiros. Encontrou-se que, para tempos de espera e de atraso máximos de 3 minutos (valores próximos ao estudo do MIT), as porcentagens de compartilhamento variam de 5% a 80%, quando se varia a taxa de chegada de 5 a 100 passageiros/hora. Esses valores aumentam para 10% a 90% aproximadamente, caso o tempo de atraso máximo seja aumentado em 1 minuto. Para valores maiores das restrições, em muitos casos a porcentagem de compartilhamento aproxima-se de 100%. O dimensionamento da baia de embarque foi baseado em Teoria de Filas. Foi definido que a obra seria feita na Rua Teodoro Sampaio, devido à menor velocidade na via e maior espaço disponível. Foram calculados os tempos em fila e o tamanho desta para casos variando de 1 a 5 servidores.

**Palavras-Chave:** transporte de passageiros; sistemas de transporte (programação matemática); engenharia civil.

## ABSTRACT

This work has the objective of studying the viability of car sharing in last mile trips in the surroundings of Faria Lima subway station, for a maximum of two passengers sharing the same car. This project was divided in three big parts. The first one is the understanding of choice preferences in last mile trips around the study area. The second is the study of the ideal passenger demand for car sharing in the area. The third part is the planning of a pick-up/drop-off area to improve the service.

For the first part, it was developed a stated preference survey, field based in the study area. The objective was to compare the interviewed current trip with the same trip using a shared car, changing the cost and the waiting time of the trip. Despite the difficulties to get answers, it was possible to get a satisfactory sample for the comparison between bus and shared car. The results pointed out that the most important variable was the cost. For the second part of this project, it was developed an algorithm in Python language that calculates the sharing percentage based on Alonso-Mora's et al. study, that proved to be possible to share 98% of taxi trips in New York while having a mean waiting time of 2,8 minutes and mean trip delay of 3,5 minutes. The destination points were chosen in the region around the subway station and then randomly sorted. The arrival time were sorted by a Markovian Distribution. Cost matrices were built for the matching calculus. Then, to find the optimum answer, the Gurobi optimization library was used. Finally, the sharing trip was simulated for different values of maximum waiting and delay times and arrival frequency. According to the results, for maximum waiting and delay time of three minutes (similar values to the MIT study), the sharing percentages varied between 5% and 80%, for the arrival frequency between 5 and 100 passengers per hour. These values rose to 10% and 90%, approximately, when the maximum delay time rose one minute. For higher restrictions values, the percentage reached 100% in many cases. The pick-up/drop-off area was designed based on Queueing theory. It was defined that the construction should take place on Teodoro Sampaio Street, due to smaller vehicles speed and available area. Waiting times and queue lengths were calculated for cases with the number of vehicles between one to five.

**Keywords:** passenger transport; transport systems (mathematical programming); civil engineering.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem de satélite da região a ser estudada (Google Maps).....	3
Figura 2 - Distribuição de respostas para transportes alternativos em caso de congestionamento (Resende, 2009).....	4
Figura 3 - Etapas do processo de decisão de um indivíduo (Louviere, 2000).....	6
Figura 4 - Resumo das diferenças entre preferência declarada e revelada (Primeira apresentação do grupo para o trabalho final de formatura).....	8
Figura 5 - Fases de uma pesquisa de preferência declarada (Brandli, 2004). .....	9
Figura 6 - Exemplo de cartão utilizado para pesquisa de campo (elaborado pelos autores deste trabalho).....	11
Figura 7 - Grafo com adjacências dos estados brasileiros (Feofiloff, 2011).....	12
Figura 8 - Fluxograma do método Simplex, como mostrado nas notas de aula de Cunha C. B. (2013). .....	13
Figura 9 - Exemplo de uma matriz de resolução pelo método Simplex, demonstrando que está ainda não é a solução ótima pois os $\Delta_j$ s ainda são todos positivos neste problema de minimização. X4 e x5 são as varáveis não nulas nesta iteração. Exemplo retirado das notas de aula de Cunha C. B. (2013.) .....	14
Figura 10 - Exemplo de resultado para o algoritmo de matching de Alonso-Mora et. al (Figura 1 do artigo de Alonso-Mora et.al). .....	16
Figura 11 - Cartão usado para viagens a pé (elaborado pelos autores deste trabalho).....	29
Figura 12 - Cartão usado para viagens de ônibus(elaborado pelos autores deste trabalho)....	29
Figura 13 - Cartão usados para viagem de carro individual por aplicativo (elaborado pelos autores deste trabalho).....	29
Figura 14 - Proporção de gêneros dos entrevistados para o modal ônibus. ....	36
Figura 15 - Distribuição de faixa etária dos entrevistados para o modal ônibus.....	36
Figura 16 - Tempo médio da viagem de última milha dos entrevistados do modal ônibus....	37
Figura 17 - Pesquisa online, questão 1.....	44
Figura 18 - Pesquisa online, questão 2.....	44
Figura 19 - Pesquisa online, questão 3.....	45
Figura 20 - Pesquisa online, questão 4.....	45
Figura 21 - Extensão de redes de metrô. ....	46
Figura 22 - Pesquisa online, questão 5.....	46
Figura 23 - Pesquisa online, questão 6. ....	47

Figura 24 - Pesquisa online, questão 7 .....	48
Figura 25 - Pesquisa online, questão 8 .....	49
Figura 26 - Pesquisa online, questão 9 .....	49
Figura 27 - Pesquisa online, questão 10 .....	49
Figura 28 - Diagrama de distribuição das respostas da pesquisa online realizada. ....	50
Figura 29 - Parâmetros de entrada usados: demanda = 5 pxs/hr, inicio = 02:00, termino = 03:00. O programa retornou 5 usuários chegando na estação nos horários 02:00; 02:07; 02:18; 02:49; 02:56.....	54
Figura 30 - Resultado do sorteio de horários de chegada e destino. ....	54
Figura 31 - Alguns exemplos de ID's detalhados utilizados no programa. ....	55
Figura 32 - Pontos de interesse escolhidos na região próxima à estação Faria Lima.....	56
Figura 33 - Captura de tela do código "Main".....	62
Figura 34 - Captura de tela dos dados de entrada do programa. ....	62
Figura 35 - Captura de tela da resposta do programa. ....	62
Figura 36 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 1 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	67
Figura 37 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 2 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	68
Figura 38 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 3 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	68
Figura 39 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 4 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	69
Figura 40 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 5 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	69
Figura 41 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 6 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	70
Figura 42 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 7 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	70
Figura 43 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 8 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	71
Figura 44 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 9 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	71

Figura 45 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 10 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.....	72
Figura 46 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 1 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	74
Figura 47 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 2 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	74
Figura 48 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 3 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	75
Figura 49 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 4 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	75
Figura 50 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 5 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	76
Figura 51 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 6 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	76
Figura 52 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 7 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	77
Figura 53 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 8 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	77
Figura 54 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 9 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	78
Figura 55 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 10 min e tempos de percurso acrescidos em 50% .....	78
Figura 56 - Localização proposta da baia de embarque. ....	81
Figura 57 - Tempo de espera em função da taxa de chegada de veículos (1 servidor) .....	84
Figura 58 - Tempo de espera em função da taxa de chegada de veículos (2 a 5 servidores) ...	84

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Atributos e Níveis de Variação para a pesquisa declarada neste trabalho. ....	10
Tabela 2 - Relação de algumas das variáveis utilizadas no artigo de Alonso-Mora et. al. ....	16
Tabela 3 - Equivalência entre escala semântica e numérica seguindo a Transformada de Berkson-Theil. ....	33
Tabela 4 - Correlação entre variáveis. ....	38
Tabela 5 - Resultado da regressão linear, obtido com ferramenta de análise de dados do Microsoft Excel. ....	38
Tabela 6 - Utilidades e probabilidades de escolha dos usuários.....	41
Tabela 7 - Resumo do resultado mostrado na Figura 30. ....	55
Tabela 8 - Simulação para fins de exemplo (não se trata de caso real e não foram abordadas todas as combinações). ....	60
Tabela 9 - Parâmetros de entrada e saída do algoritmo de matching. ....	63
Tabela 10 - Parâmetros de entrada testados pelo algoritmo. ....	65
Tabela 11 - Taxa de chegada de passageiros necessária para compartilhamentos iguais a: 20%, 40%, 60%, 80% e 100%. ....	73
Tabela 12 - Taxa de chegada de passageiros necessária para compartilhamentos iguais a: 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, na condição de tempos de percurso acrescidos em 50%. ....	79

# SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Apresentação do problema.....	1
1.2.	Objetivo do trabalho .....	1
1.3.	Relevância do problema.....	3
1.4.	Delineamento do trabalho.....	4
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
2.1.	Pesquisa de Preferência Declarada .....	5
2.1.1.	Processo de decisão .....	5
2.1.2.	Modelos de demanda de transportes.....	6
2.1.3.	Coleta de dados.....	7
2.1.4.	Estudo sobre Preferência Declarada e Preferência Revelada .....	7
2.1.5.	Etapas de uma pesquisa de preferência declarada .....	9
2.2.	Algoritmo de Matching.....	12
2.2.1.	Definição de Grafo .....	12
2.2.2.	Programação Linear Inteira (PLI).....	12
2.2.3.	Estudo sobre o artigo de Alonso-Mora et.al .....	14
2.3.	Baia de embarque e desembarque.....	17
2.3.1.	Faixa de desaceleração .....	18
2.3.2.	Faixa de estacionamento.....	19
2.4.	Conclusões da revisão da Literatura .....	19
3.	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA .....	21
3.1.	Pesquisa de Preferência Declarada .....	21
3.2.	Algoritmo de Matching.....	22
3.3.	Baia para embarque e desembarque.....	22
4.	PESQUISA DE PREFERÊNCIA DECLARADA .....	23

4.1.	Metodologia Aplicada.....	23
4.1.1.	Definição dos cenários da pesquisa de preferência declarada.....	23
4.1.2.	Elaboração da pesquisa.....	23
4.1.3.	Metodologia de cálculo .....	31
4.2.	Resultados.....	34
4.2.1.	Caracterização da amostra .....	36
4.2.2.	Correlação entre atributos.....	37
4.2.3.	Parâmetros estatísticos.....	38
4.2.4.	Valor do tempo .....	40
4.2.5.	Probabilidade de escolha .....	40
4.3.	Pesquisa Online.....	42
4.3.1.	Razão da pesquisa.....	42
4.3.2.	Plataforma utilizada.....	42
4.3.3.	Estrutura da pesquisa .....	42
4.3.4.	Resultados Obtidos .....	44
5.	ALGORITMO DE MATCHING .....	51
5.1.	Introdução .....	51
5.1.1.	Objetivos.....	51
5.1.2.	Escolha da linguagem.....	51
5.1.3.	Restrições .....	52
5.2.	Levantamento de Dados.....	53
5.2.1.	Geração aleatória de informação .....	53
5.2.2.	Escolha de pontos de interesse .....	55
5.2.3.	Utilização da API do Google.....	57
5.3.	Cálculo de Matching .....	57
5.3.1.	Definição de Custo .....	57
5.3.2.	Match por tempo de espera.....	58

5.3.3. Match por tempo de atraso na viagem.....	58
5.3.4. Custo total.....	59
5.3.5. Programação linear .....	60
5.4. Estudo dos Resultados .....	63
5.4.1. Construção de testes para análise .....	63
5.4.2. Definição dos parâmetros de entrada .....	64
5.4.3. Análise dos parâmetros de saída.....	66
5.4.4. Resultados do algoritmo de matching .....	66
6. CONCEPÇÃO DE BAIAS.....	80
6.1. Estruturação do problema .....	80
6.2. Importância do dimensionamento.....	80
6.3. Localização .....	80
6.4. Teoria de Filas .....	81
6.5. Geometria da baia .....	83
6.6. Resumo dos resultados.....	83
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	85
Bibliografia.....	88
ANEXO A – Exemplo de resposta da API do Google Maps .....	90
APÊNDICE A – Resultados das entrevistas para pesquisa de preferência declarada..	93
APÊNDICE B – Resultados da análise por Teoria de Filas .....	113

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação do problema

Este trabalho consiste em um estudo da viabilidade de se implantar um sistema de transporte em veículo compartilhado, por duas pessoas, em trajetos de última milha com uma origem fixa. O grande problema de viagens compartilhadas atualmente é o aumento no tempo de viagem devido à grande variedade de destinos, origens, tempo de solicitação de viagem, entre outros fatores. Esse número elevado de variáveis faz com que algoritmos que encontrem uma resposta ótima em um período de tempo aceitável sejam muito complicados.

Fixando-se uma origem e trabalhando somente com um trajeto de última milha, o número de variáveis a serem consideradas diminui bastante sem diminuir a importância do resultado, visto que ele pode ser aproveitado em situações como na rua Afonso Pena em Belo Horizonte, onde existe um serviço de táxi-lotação, no qual pessoas podem compartilhar a viagem por uma tarifa fixa (BHTRANS, 2017).

Segundo Wang e Odoni (2016) o problema de transporte de passageiros na última milha refere-se à oferta de serviços de transporte entre a casa ou local de trabalho de uma pessoa e o nó mais próximo do sistema público de transporte, que pode ser uma estação de trem ou um ponto de ônibus. Assim, surge a oportunidade de avaliar o potencial do transporte em veículo compartilhado nesse trajeto.

### 1.2. Objetivo do trabalho

Um artigo publicado em 2016 pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (Alonso-Mora, 2016) provou que seria possível compartilhar 98% da demanda de viagens de táxi da cidade de Nova York. E com apenas 3000 veículos com capacidade de 4 passageiros seria possível obter um tempo de espera de apenas 2,8 minutos e atraso na viagem de apenas 3,5 minutos de acordo com compartilhamentos determinados segundo um poderoso algoritmo de *matching* (Alonso-Mora, 2016).

Nesse artigo, os pesquisadores contavam com dados retirados de todas as corridas reais da frota de táxi de Nova York, ou seja, os horários de saída e chegada, bem como a origem e destino das viagens eram conhecidos. Tais dados não existem em São Paulo, de maneira que eles serão gerados de forma aleatória. Não obstante, o desenvolvimento de um

software da magnitude do criado pelo MIT (compartilhando até 10 pessoas com origens e destinos variáveis) seria muito complexo para um trabalho de formatura. O grupo, então, optou por considerar uma viagem compartilhada por duas pessoas com uma origem fixa, opção, que apesar de mais simples tecnicamente também busca atender os requisitos de um meio de transporte alternativo e eficiente para a viagem de última milha. Para essa origem foi escolhida a estação Faria Lima da Linha 4-Amarela do metrô de São Paulo.

Visto que os horários de chegada e destinos serão gerados de maneira aleatória, o grupo optou por entender melhor o fluxo de viagens na região, bem como a opinião da população que utiliza ou poderia utilizar o serviço proposto. Para o primeiro foi realizada uma pesquisa de preferência declarada na região, que permitiu uma boa ideia sobre: tempo de viagem de última milha médio com o meio de transporte atual dos passageiros, preço que eles estariam dispostos a pagar pelo serviço e qual seria um tempo de espera de embarque aceitável para a utilização do serviço. Para o segundo foi conduzida uma pesquisa online que selecionou pessoas que se encaixavam no perfil esperado para o trabalho e trouxe sua opinião sobre o serviço compartilhado em operação atualmente em São Paulo.

Entendidas as preferências dos possíveis usuários é possível calcular com maior precisão uma demanda ótima, em passageiros por hora, que traz um tempo de espera de embarque dentro dos resultados da pesquisa e tempos de atraso de viagem compatíveis com o tempo médio de viagem na região. Para tal cálculo foi desenvolvido um software que utiliza um algoritmo de *matching*, semelhante ao usado no estudo no MIT, porém mais simples. O software foi desenvolvido em Python.

Por fim, o grupo também realizou um projeto para implantação de uma baia para estacionamento de táxis e embarque de passageiros na região do Largo da Batata (Figura 1). A região possui uma grande área livre de edificações com possibilidade para implantação de tal serviço. Esta construção conseguirá diminuir significativamente o tempo de espera de embarque dos passageiros que chegam do metrô, além de possibilitar uma economia de combustível para os motoristas ociosos que, se caso a baia não existisse, teriam de ficar se movimentando até encontrar um passageiro. Outro benefício seria melhorar as condições de tráfego na região por não o interromper.

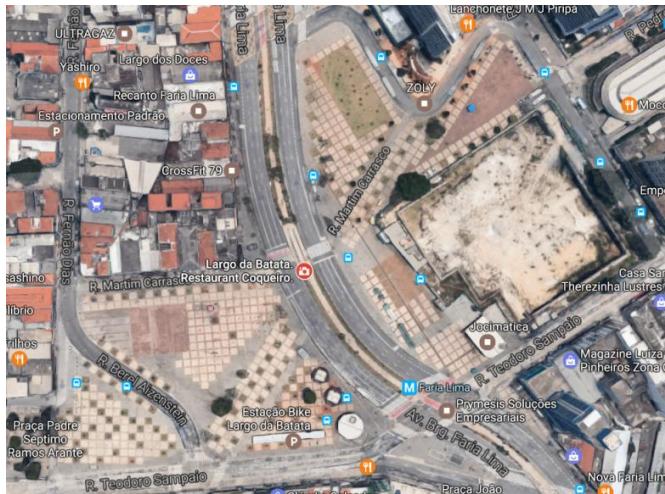


Figura 1 - Imagem de satélite da região a ser estudada (Google Maps).

### 1.3.Relevância do problema

Vias congestionadas são uma realidade atual em grandes cidades brasileiras; das 100 cidades mais congestionadas em 2016 o Brasil possui 6: Rio de Janeiro (8º), Salvador (28º), Recife (43º), Fortaleza (47º), São Paulo (71º) e Belo Horizonte (99º) de acordo com o ranking de congestionamento do site TomTom<sup>1</sup>. O site também informa que o tempo extra de viagem nos períodos de tráfego congestionado comparado com o mesmo percurso livre é em média de 28 minutos por dia em São Paulo.

O transporte privado ainda é preferido pela população em favor do transporte público, devido a seus benefícios (conforto, embarque imediato, entre outros) (Downs, 2004). Além disso, é muito difícil encontrar veículos ocupados por mais de uma pessoa (Resende, 2009).

Em posse de tais informações, o compartilhamento de viagens possui efeitos muito benéficos para o trânsito da cidade, pois possibilita aumentar o número de passageiros por veículo e, ao mesmo tempo, proporciona uma viagem com maior conforto do que uma viagem em transporte público.

O estudo de Resende (2009) também demonstra que entre Porto Alegre, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e São Paulo, a última possui uma melhor distribuição de pessoas utilizando transportes alternativos, ou seja, São Paulo é uma cidade que oferece uma boa gama de opções para as viagens diárias. Podemos ver com mais detalhes na Figura 2:

<sup>1</sup> Fonte (acessada em 23/06/2017):

[https://www.tomtom.com/en\\_gb/trafficindex/list?citySize=large&continent=all&country=all](https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/list?citySize=large&continent=all&country=all)

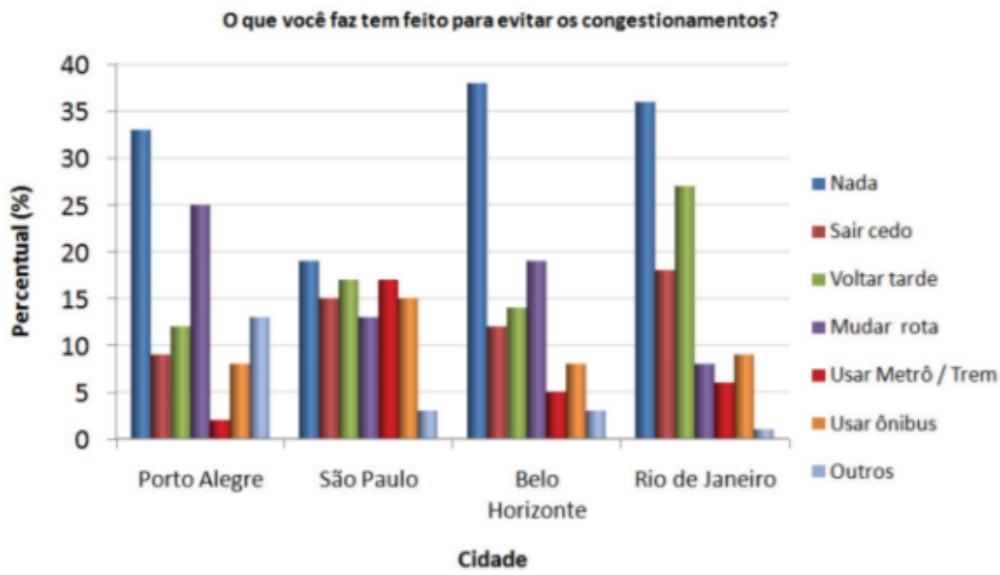


Figura 2 - Distribuição de respostas para transportes alternativos em caso de congestionamento (Resende, 2009).

Sendo uma cidade com uma gama bem variada de transportes alternativos, a população está acostumada com diversas opções e, portanto, a implantação de um novo sistema, no caso o serviço de transporte compartilhado para a última milha, encontrará menor resistência e poderá desafogar transportes públicos, ao mesmo tempo em que tirará carros da rua em horários de pico.

#### 1.4.Delineamento do trabalho

Este trabalho está dividido em sete seções. Nesta primeira são apresentados o problema, os objetivos, a relevância e um delineamento do trabalho. A segunda seção trará um estudo bibliográfico de cada uma das três partes do trabalho: pesquisa de preferência declarada, comparação entre algoritmos de *matching* encontrados, com um estudo maior do utilizado pelo MIT (Alonso-Mora, 2016) e concepção de baías para embarque de passageiros em veículos.

Na terceira seção será caracterizado o problema, definindo quais medidas serão tomadas para a solução de cada desafio. Na quarta seção será apresentada a metodologia da pesquisa de preferência declarada e seus resultados. Na quinta seção será mostrado o desenvolvimento do software para cálculo de compartilhamento de viagens e os resultados alcançados. Na sexta seção será apresentada a metodologia e os resultados da concepção da baia de espera. A última seção trará as considerações finais sobre o trabalho.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção está dividida em três partes. A primeira trata de um estudo de métodos de pesquisa de preferência declarada, a segunda traz uma pesquisa sobre algoritmos de *matching* utilizados em diferentes teses, com um enfoque na pesquisa do MIT de Alonso-Mora (2016) e a terceira é focada em um estudo sobre baias para embarque e desembarque de passageiros em veículos.

### 2.1. Pesquisa de Preferência Declarada

#### 2.1.1. Processo de decisão

Antes de se estudar os métodos de pesquisa de preferência declarada é importante entender a estrutura conceitual do processo de decisão dos indivíduos. De acordo com Louviere, Hensher e Swait (2000) o processo de decisão de um indivíduo pode ser dividido em 6 fases, como descrito abaixo e ilustrado na Figura 3.

- Primeiramente o indivíduo se torna consciente de uma necessidade; nos parâmetros deste trabalho seria equivalente a um usuário que percebe a necessidade de um meio de transporte alternativo para a sua viagem atual, que pode ser muito demorada ou muito cara, por exemplo.
- A próxima fase é a procura por informações que possam ajudar na tomada de decisão; neste trabalho isto seria equivalente a pesquisas na internet e a conversas com conhecidos.
- A terceira fase é a avaliação e comparação das alternativas; esta fase seria equivalente a uma comparação de preços entre os aplicativos disponíveis que oferecem o serviço de transporte procurado, bem como uma leitura das avaliações de pessoas que já utilizaram o serviço previamente.
- A quarta fase inicia quando o indivíduo começa a ter uma preferência sobre uma das alternativas por qualquer motivo; no âmbito deste trabalho isto seria equivalente ao indivíduo ter maior preferência pelo aplicativo A do que pelo B por uma questão de preço, por exemplo.
- A quinta fase é a escolha de uma alternativa; isto seria equivalente ao indivíduo escolher o aplicativo A para fazer seu percurso diário.

- A última fase consiste em uma reavaliação da escolha; no exemplo corrente isso pode ser representado como o indivíduo se arrepender de sua decisão ou gostar muito da alternativa escolhida.

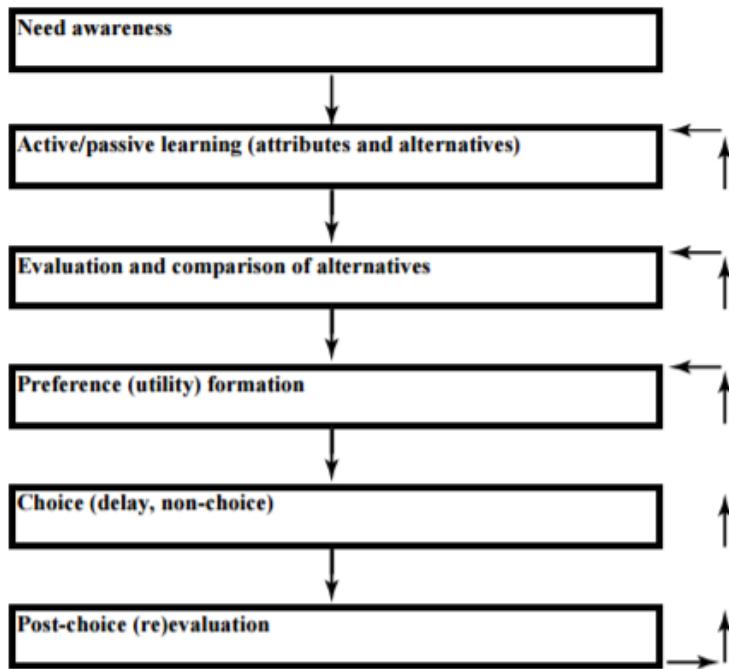


Figura 3 - Etapas do processo de decisão de um indivíduo (Louviere, 2000).

As seis fases são lineares, porém pode-se voltar para uma fase anterior dependendo do resultado da fase corrente. Por exemplo, se na fase 6 o indivíduo se arrepender da escolha, ele pode voltar para a segunda fase e começar a procurar por outras alternativas do problema, ou ele pode somente mudar de preferência que acarretará em uma nova escolha e consequentemente em uma nova reavaliação. Esse ciclo fica bem evidente na Figura 3 acima.

### *2.1.2. Modelos de demanda de transportes*

A previsão de demanda futura é um elemento crucial nos estudos de planejamento de transportes. Segundo Ortúzar e Willumsen (2011), a capacidade de se prever o uso provável de um novo serviço é um precursor essencial da tomada de decisão racional sobre as vantagens ou não de se providenciar as instalações para esse novo serviço. Além disso, é de grande importância entender a sensibilidade da demanda às variáveis de interesse na análise.

Ortúzar e Willumsen (2011) explicam que um modelo é uma representação simplificada da realidade que foca em certos elementos considerados importantes para uma análise sob determinado ponto de vista. Os modelos de previsão de demanda de transportes

podem ser simplificadamente divididos em dois tipos: modelos agregados e modelos desagregados.

Os modelos agregados (também chamados de convencionais) são os mais tradicionais em transportes, conhecidos como Modelos 4 Etapas. São constituídos por quatro estágios de análise: produção e atração de viagens, distribuição de viagens, divisão modal e alocação de viagens. Esse tipo de modelo não leva em consideração os usuários individualmente, é de simples aplicação, mas não descreve com perfeição os fenômenos observados.

Os modelos desagregados (também chamados de comportamentais) representam as escolhas de usuários individualmente (Ben-Akiva e Bierlaire, 1999). Segundo Nodari (1996), “Estes modelos relacionam os principais atributos dos sistemas de transporte com as escolhas feitas pelo usuário. Estas relações são enfocadas a partir da teoria do consumidor, associada ao conceito de Utilidade”.

### *2.1.3. Coleta de dados*

A coleta de dados é parte essencial na construção de modelos desagregados de previsão de demanda. Para isso podem ser usadas duas técnicas de pesquisa: preferência revelada e preferência declarada. Ortúzar e Willumsen (2011) argumentam que até meados da década de 1980, as modelagens eram em sua grande maioria baseadas em informações de escolhas e decisões efetivamente observadas, ou seja, em pesquisas de preferência revelada. Entretanto, essa técnica apresenta limitações, principalmente em relação ao custo elevado, dificuldade de avaliação comparativa entre atributos e dificuldade de se avaliar as opiniões dos usuários em relação a novos serviços de transporte ainda inexistentes. Por outro lado, as pesquisas de preferência declarada mostraram-se um instrumento de grande utilidade na avaliação de novas alternativas de transporte.

### *2.1.4. Estudo sobre Preferência Declarada e Preferência Revelada*

O principal objetivo da utilização de uma pesquisa de preferência declarada neste trabalho é a de comparar a situação existente dos usuários com uma situação hipotética variando-se alguns parâmetros. Esta visão é muito parecida com a de Ben-Akira e Morikawa (1990) em seu trabalho sobre preferência declarada e revelada.

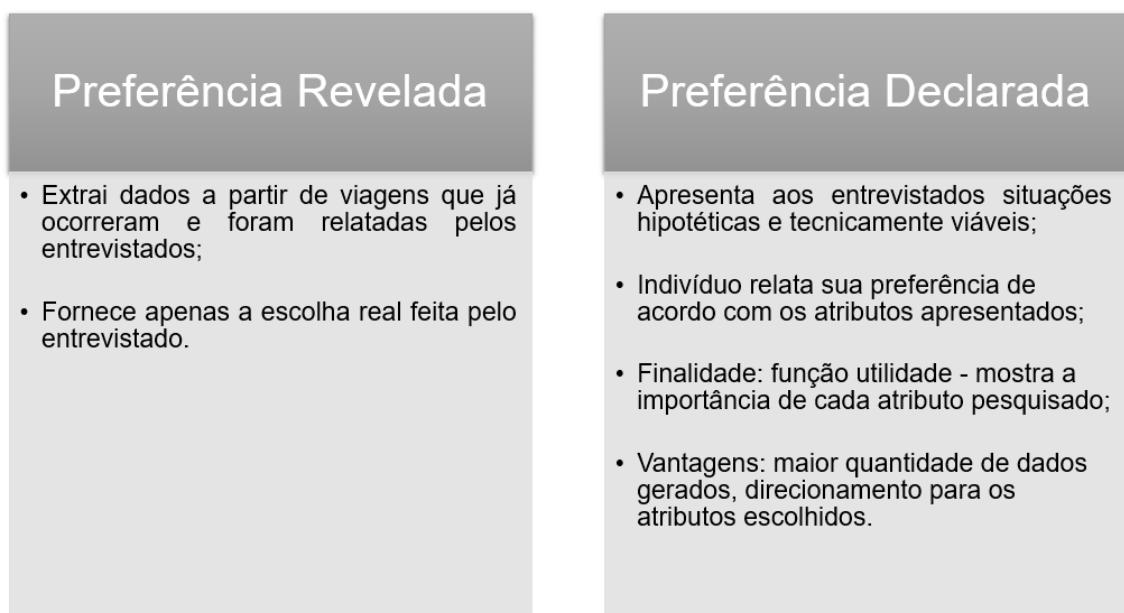
Uma pesquisa de preferência revelada tem como ponto positivo revelar a real preferência do entrevistado, visto que a resposta é baseada em uma decisão já tomada pelo entrevistado (Nodari, 1996), porém a dimensão da pesquisa para se ter resultados relevantes

tem que ser grande, o que acarretaria em custos mais elevados. Além disso, a criação de cenários comparativos diferentes é mais difícil. Isso tudo aumenta a dificuldade de medir os fatores que levaram os entrevistados a tomar tal decisão (Senna, 2014).

Por outro lado, a preferência declarada viabiliza a criação de situações hipotéticas e tecnicamente viáveis, além de fazer com que o entrevistado relate a sua preferência de acordo com atributos apresentados, o que gera uma maior quantidade de dados que estão direcionados para os atributos escolhidos. Porém, a confiabilidade das respostas não é tão alta quanto à da preferência revelada, já que as respostas são obtidas baseadas em cenários hipotéticos (Senna, 2014).

Por fim, a técnica de pesquisa declarada conta com uma função utilidade que mostra a importância de cada atributo pesquisado de forma matemática. De acordo com Senna (2014), ela é tipicamente assumida como um modelo linear aditivo com variáveis especificadas no modelo que podem ser continuas (custo/tempo) ou discretas (respostas binárias – sim ou não). O termo “utilidade” pode ser definido como o valor que um indivíduo atribui a um produto através de uma combinação de fatores (Ben-Akiva M. E., 1985) ou, de acordo com Ortúzar (2011) o nível de utilidade pode ser obtido através de uma combinação de atributos, levando-se em conta a importância relativa destes na contribuição para a utilidade total.

A Figura 4 abaixo ilustra, resumidamente, a diferença entre preferência revelada e declarada.



*Figura 4 - Resumo das diferenças entre preferência declarada e revelada (Primeira apresentação do grupo para o trabalho final de formatura).*

### 2.1.5. Etapas de uma pesquisa de preferência declarada

Brandli e Heineck (2004) sugerem que um delineamento adequado de uma pesquisa de preferência declarada possui três fases distintas: estruturação, aplicação e análise/interpretação. A seguir serão mais detalhadas cada uma destas fases de acordo com a Figura 5.

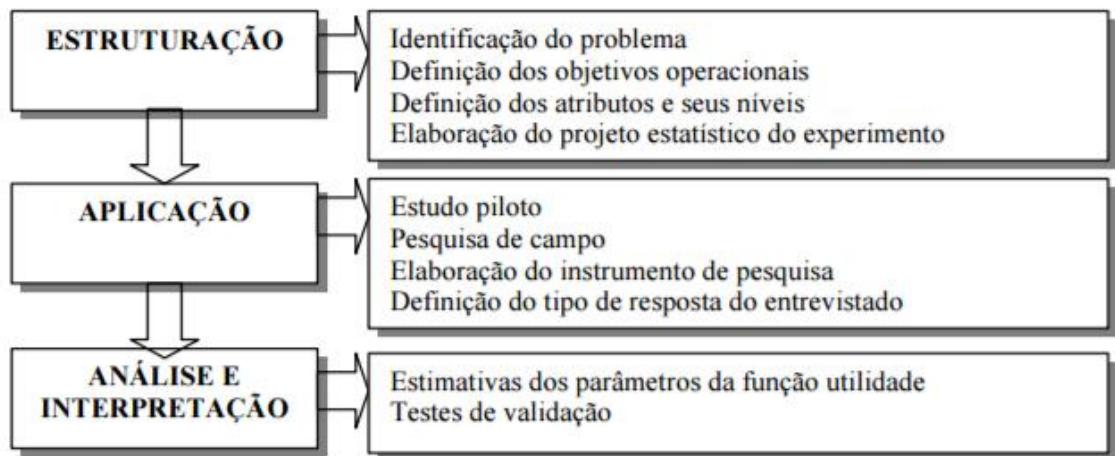


Figura 5 - Fases de uma pesquisa de preferência declarada (Brandli, 2004).

#### • Estruturação

Esta etapa é marcada pelo planejamento da pesquisa e definição dos atributos e de seus níveis de variação a serem incluídos no experimento. É sugerido por Bandli e Heineck (2004) que o número de níveis de variação seja o menor possível, visto que o crescimento de cenários ocorre exponencialmente. Por exemplo, se tivermos  $a$  atributos com  $n$  níveis de variação cada, teremos  $n^a$  opções. Caso este número se torne muito elevado deve-se rever as opções e excluir as que apresentam condições fora da realidade.

Os níveis de variação podem ser quantitativos ou qualitativos e discretos ou contínuos. Eles devem conter no mínimo duas situações contrárias, uma ideal e outra não. Por fim, os níveis de variação devem possuir três propriedades importantes:

- Mensurabilidade: devem definir muito bem o atributo;
- Operacionalidade: devem servir para a realização de juízo de valor;
- Não devem permitir ambiguidades.

Os atributos e níveis utilizados neste trabalho serão detalhados mais à frente, porém, para servir de exemplo a Tabela 1 descreve os atributos e níveis escolhidos para a pesquisa de preferência declarada deste trabalho.

*Tabela 1 - Atributos e Níveis de Variação para a pesquisa declarada deste trabalho.*

Atributo	Nível de variação
<b>Tempo de Espera</b>	Indica o tempo que o usuário terá de esperar para que o motorista chegue e inicie a viagem. Possui 3 níveis de variação.
<b>Preço da Corrida</b>	Indica o valor, em reais, da viagem de carro compartilhado baseado em preços reais. Possui 3 níveis de variação.

- **Aplicação**

A sugestão de Bandli e Heineck (2004) para aplicação da pesquisa é que se faça primeiramente uma pesquisa teste para calibragem. Após esta calibragem deve-se preparar o entrevistador para a pesquisa de campo, para que este saiba como abordar os entrevistados e como conduzir a pesquisa da forma correta. A utilização de cartões, como na Figura 6 é uma boa forma de facilitar este trabalho.

As alternativas de resposta do entrevistado podem ser realizadas de três formas diferentes: **avaliação**, em que é usada uma escala referencial, por exemplo de 1 a 5; **ordenação**, em que há uma ordem de preferência entre as alternativas apresentadas; **escolha**, em que o entrevistado escolhe entre as opções apresentadas (como na Figura 6).

- **Análise e interpretação**

Esta etapa é onde se constrói a função utilidade tornando possível se calcular a utilidade de qualquer combinação dos atributos e níveis de variação. Para tal estatística, os principais testes de validação são: teste t, teste da razão verossimilhança e teste da estatística  $\rho^2$  (Brandli, 2004).

Qual você escolheria para a sua viagem?				
	Meio de transporte	Tempo de espera (min)	Custo	Opção
1	<u>Carro compartilhado com aplicativo</u> 	5	R\$ 6,00	<u>Certamente carro compartilhado</u>
2	<u>A pé</u> 	0	R\$ -	<u>Provavelmente carro compartilhado</u>
Cartão A.2.5				<u>Indiferente</u>
				<u>Provavelmente a pé</u>
				<u>Certamente a pé</u>

Figura 6 - Exemplo de cartão utilizado para pesquisa de campo (elaborado pelos autores deste trabalho).

Brandli (2004) em seu texto também especificou cada um dos testes de validação citados acima de tal forma:

- “O Teste t refere-se ao teste da hipótese nula dos coeficientes (significativamente diferente de zero). A verificação dos valores é feita comparando-se com os valores de referência tabelados de t de Student para diferentes níveis de significância e para  $n > 120$  (onde  $n$  é o número de observações).”
- “O Teste da Razão da Verossimilhança ou estatística  $LR = (-2[F(0)-F(B)])$  é utilizado para testar a hipótese nula de que todos os coeficientes são iguais a zero. Ela é considerada como assintoticamente distribuída de acordo com o  $\chi^2$  (Qui-quadrado), com  $K$  graus de liberdade, que são os coeficientes a ajustar.”
- “O Teste da estatística  $\rho^2$  tem seu valor teórico limitado entre 0 e 1. Um ajuste considerado excelente, segundo Ortúzar (2000), pode ocorrer quando este valor se aproxima de 0,4. Este teste é calculado pela equação: ”

$$\rho^2 = 1 - \frac{F(B)}{F(0)}$$

## 2.2.Algoritmo de Matching

### *2.2.1. Definição de Grafo*

Para melhor entendimento das publicações sobre algoritmos de *matching* é necessária uma pesquisa complementar sobre grafos. A seguir temos uma breve definição desta ferramenta.

Tem-se um conjunto de pontos  $C$  e o conjunto  $C^2$  definido como o conjunto de combinações dois a dois dos pontos de  $C$ . Um grafo é um par  $(V, A)$ , onde  $V$  é um ponto do conjunto  $C$  e  $A$  é um subconjunto de  $C^2$ .  $V$  é definido com um vértice do grafo, enquanto que  $A$  é definido como uma aresta. Por definição, um grafo não pode ter duas arestas com o mesmo par de pontos nem uma aresta com pontos coincidentes. (Feofiloff, 2011).

A Figura 7 mostra um exemplo de grafo em que cada vértice representa um estado do Brasil e cada aresta significa uma fronteira entre dois estados adjacentes.

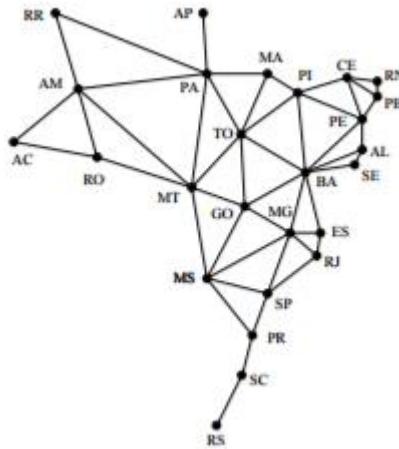


Figura 7 - Grafo com adjacências dos estados brasileiros (Feofiloff, 2011).

### *2.2.2. Programação Linear Inteira (PLI)*

Da mesma forma que o item anterior sobre grafos, também é necessária uma breve revisão bibliográfica sobre programação linear inteira. Porém, uma PLI pode ser entendida como uma programação linear (PL) que possui uma ou mais restrições de variáveis inteiras e um bom exemplo de programação linear é o método Simplex (Schrijver, 1998).

Dado um polígono de soluções viáveis, o método Simplex explora de forma eficiente os candidatos a soluções ótimas - vértices deste polígono (Cunha, 2013). É um método muito eficiente para achar soluções para problemas lineares com mais variáveis do que equações

(programação linear) e como mostrado nas notas de aula de Cunha C. B. (2013), a resolução pelo método Simplex pode ser realizada da seguinte forma:

- Define-se uma solução inicial que corresponda a um vértice que seja viável;
- Verifica-se se é a solução ótima por meio do ganho  $\Delta_j$  (todos são negativos ou nulos em problemas de maximização ou todos são positivos ou nulos em problemas de minimização);
- Se a função não for ótima, identifica-se uma variável dentre as nulas que melhore a função objetivo, consequentemente uma variável que era não-nula vai se anular;
- Aplica-se o método de Gauss-Jordan para reescrever o problema substituindo a antiga variável nula pela que se tornou nula;
- Volta-se ao segundo passo e repetem-se os passos seguintes até atingir a solução ótima.

Os cinco passos acima podem ser resumidos na Figura 8, enquanto a Figura 9 mostra um exemplo de “tableau”, a matriz usada para determinação da resposta ótima.

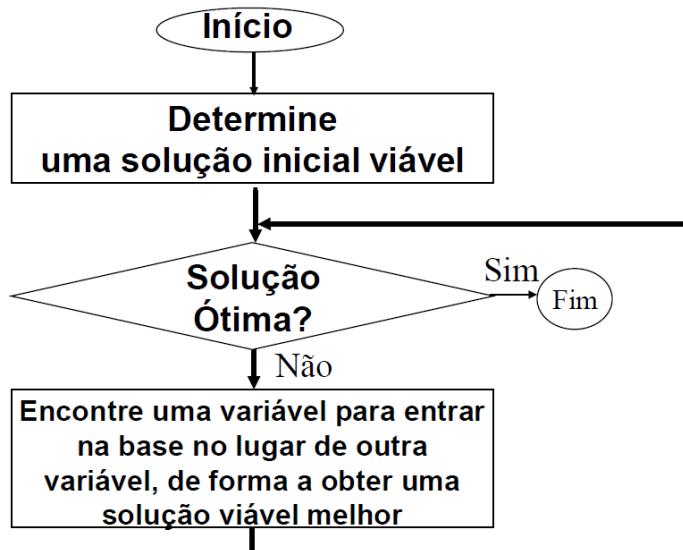


Figura 8 - Fluxograma do método Simplex, como mostrado nas notas de aula de Cunha C. B. (2013).

### 1º tableau

	x1	x2	x3	x4	x5	b
x4	6	14	13	0	0	
x5	0	1/2	2	1	1	24
$\Delta j$	6	14	13	0	0	60

Figura 9 - Exemplo de uma matriz de resolução pelo método Simplex, demonstrando que está ainda não é a solução ótima pois os  $\Delta j_s$  ainda são todos positivos neste problema de minimização.  $x_4$  e  $x_5$  são as variáveis não nulas nesta iteração.

Exemplo retirado das notas de aula de Cunha C. B. (2013.)

### 2.2.3. Estudo sobre o artigo de Alonso-Mora et.al

#### 2.2.3.1. Resumo do Artigo

Este trabalho de 2016 começa ressaltando o grande potencial da mobilidade por demanda – *Mobility on Demand* (MoD). De acordo com os autores, essa demanda surgiu graças ao barateamento dos planos de celular juntamente com o grande aumento do uso desses dispositivos nos últimos anos. Porém os sistemas MoD normalmente possuem limitações de capacidade, ou seja, a grande maioria é limitada em até duas pessoas.

O número de variáveis pertencentes a um problema de MoD é imenso e como observado no artigo em questão, um dos maiores desafios nessa área é explorar o enorme conjunto de possibilidades e computar uma resposta em um período de tempo que não atrapalhe a experiência do usuário que solicitará o serviço.

Os autores propõem uma solução para o problema que, ao contrário de demais estudos, que usam métodos heurísticos, retorna uma resposta ótima caso se tenha capacidade computacional adequada e a melhor resposta até o momento caso essa capacidade não seja suficiente.

Após explicação do algoritmo criado (será comentado na próxima seção com mais detalhes) ele foi testado em uma semana aleatória (05/05/2013 - 00:00h até 11/05/2013 - 23:59h) com dados do banco de dados de viagens de Manhattan, Nova York. Tal arquivo contém todos os horários e localizações de embarque e desembarque de toda a frota de táxis da região.

Por fim, o artigo conclui que apenas 3000 carros com capacidade de 2 passageiros poderiam servir 94% da demanda de viagens com tempo de espera para embarque médio de 3,2 minutos e atraso na viagem médio de 1,5 minutos. Se considerarmos a mesma frota, mas compartilhando as viagens em até 4 pessoas temos que esses números seriam 98% da demanda, 2,7 minutos de espera e 2,3 minutos de atraso. Não obstante, se considerarmos o compartilhamento com até 10 pessoas, temos que com uma frota de 2000 veículos seriam servidos 98% da demanda com 2,8 minutos de espera e 3,5 minutos de atraso. Esta frota é equivalente a 15% da frota atual de Nova York.

#### 2.2.3.2. *Algoritmo de Matching usado*

Para melhor entendimento do funcionamento do algoritmo criado no artigo de Alonso-Mora et. al tem-se a Tabela 2 com um resumo de algumas das variáveis que foram utilizadas.

O objetivo do algoritmo criado no artigo é encontrar viagens e rotas ótimas dada uma demanda de pedidos, ou seja, encontrar  $r \in v$ . Cada pedido  $r$  possui três propriedades: horário em que o pedido foi feito, origem e destino. Para tal feito, o algoritmo tenta minimizar o custo total  $C$ , dadas as restrições  $Z$ :

- Tempo de espera para embarque menor que tempo de espera máximo:

$$t_r^p - t_r^r \leq \Omega$$

- Atraso menor que atraso máximo:

$$\delta_r = t_r^d - t_r^* \leq \Delta$$

- Número de passageiros no veículo menor que a capacidade do veículo:

$$n_v^{pass} \leq v$$

Para se encontrar a viagem ótima com a rota ótima deve-se minimizar  $C$  de uma tarefa  $\Sigma$ , dado que  $C$  é calculado da seguinte forma:

$$C(\Sigma) = \sum_{v \in v} \sum_{r \in P_v} \delta_r + \sum_{r \in R_{ok}} \delta_r + \sum_{r \in R_{ko}} c_{ko}$$

Onde  $c_{ko}$  é uma variável de valor muito elevado, de tal modo que o custo de pedidos que ainda não foram atendidos seja bem elevado.

Tabela 2 - Relação de algumas das variáveis utilizadas no artigo de Alonso-Mora et. al.

Variável	Descrição
$v$	Frota de veículos
$v$	Capacidade do veículo
$r$	Pedido
$R$	Conjunto de pedidos
$C$	Custo global (somatória de atrasos)
$Z$	Restrições
$\omega_r$	Tempo de espera
$t_r^p$	Horário de embarque
$t_r^r$	Horário em que o pedido foi feito
$\Omega$	Máximo tempo de espera
$\delta_r$	Atraso (espera para embarque + atraso na viagem)
$\Delta$	Máximo atraso
$t_r^d$	Horário de desembarque
$t_r^*$	Tempo de viagem sozinho <sup>2</sup>
$n_v^{pass}$	Número de passageiros no veículo
$P_v$	Conjunto de passageiros no veículo
$R_{ok}$	Conjunto de pedidos atendidos
$R_{ko}$	Conjunto de pedidos não atendidos
$\Sigma$	Tarefa

O algoritmo criado para tal função consiste em cinco etapas, como exemplificado na Figura 10 a seguir:

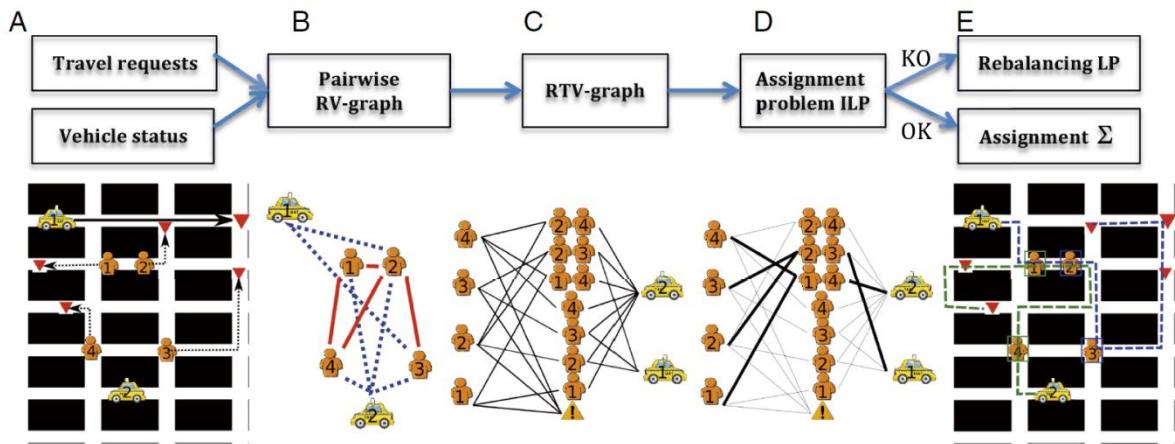


Figura 10 - Exemplo de resultado para o algoritmo de matching de Alonso-Mora et. al (Figura 1 do artigo de Alonso-Mora et.al).

O objetivo da primeira etapa é encontrar a melhor rota para um veículo com um certo número de passageiros. Foi criada uma função viagem, denominada por  $\sigma_v$  que encontra o melhor pedido para um veículo que já possui passageiros considerando que todas as restrições

<sup>2</sup> Menor horário de chegada possível, considerando-se utilizar o trajeto de menor distância sem nenhum tempo de espera.

de viagem sejam cumpridas. Para veículos com capacidades pequenas, como táxis, a resposta ótima pode ser encontrada por meio de uma busca entre as possíveis alternativas com um computador. Por outro lado, para veículos com maiores capacidades esses cálculos precisam ser simplificados por métodos heurísticos como o de Lin-Kernighan (Helsgaun, 2000).

Na segunda etapa o objetivo é montar o grafo RV. Primeiramente formam-se pares de pedidos que satisfazem as restrições impostas (arestas do grafo representadas por linhas vermelhas em B). Então, encontra-se os pares veículo-pedido, também se respeitando as restrições Z (arestas do grafo representados pelas linhas pontilhadas em B), A diferença deste método para outros da literatura (Santi P. R., 2014) é o fato de que este algoritmo também inclui os veículos em seu estado atual.

A terceira etapa do algoritmo cria o grafo RTV cujo objetivo é montar viagens compartilhadas e não compartilhadas com o intuito de atender toda a demanda dentro de Z. As arestas dos grafos que foram considerados são as relações pedido-viagem (linhas à esquerda em C) e as relações veículo-viagem (linhas à direita em C). O número de possibilidades neste passo pode se tornar muito elevado e por isso uma simplificação implantada foi a restrição de que uma viagem só pode ser testada para viabilidade se todas as suas subviagens já foram testadas e se mostraram viáveis.

A quarta etapa foi criada com o intuito de designar apenas uma viagem para cada pedido e veículo, sendo esta a viagem ótima. Para este cálculo começa-se com a determinação de uma “tarefa gananciosa” determinada por  $\Sigma_{greedy}$ . Esta tarefa é calculada maximizando os pedidos atendidos e minimizando os custos (atrasos). Após definida, o programa se utiliza de uma programação linear inteira e gera um algoritmo que otimiza  $\Sigma_{greedy}$  com restrições de que cada veículo só pode pegar uma viagem e que cada pedido só pode ser atendido por um veículo ou ignorado. O resultado é apresentado em D.

Na quinta etapa, caso uma tarefa ótima tenha sido encontrada para o pedido, o programa termina a compilação, caso não seja encontrada, pode-se rebalancear a programação linear.

### **2.3. Baia de embarque e desembarque**

Aqui descreve-se as bases de suporte para o projeto da baia de embarque e desembarque de passageiros.

Em um primeiro momento é válido entender a necessidade da baia e como ela se liga ao restante do projeto, como enunciado por DNIT (2010): “*O objetivo básico de uma baia de ônibus, em uma via expressa, é fazer com que a desaceleração, parada e aceleração dos ônibus sejam feitos fora das faixas do tráfego direto*”. Nela ocorrerá o embarque e desembarque de passageiros. Como já foi dito, este trabalho leva em conta somente um ponto de partida, onde os passageiros serão embarcados nos respectivos veículos compartilhados. Dessa forma faz-se necessário o projeto de uma área específica devido a basicamente dois grandes motivos além do citado acima:

- Segurança dos passageiros e motoristas no momento do embarque;
- Não atrapalhar o trânsito da via principal no momento do embarque.

De fato, a chance de um acidente ocorrer é aumentada no caso do veículo parar na pista lateral para o embarque de um passageiro, bem como os veículos que estão atrás do veículo compartilhado serão atrapalhados pela interrupção do fluxo. A seguir mostra-se como a bibliografia colaborou nesta etapa do projeto.

Desde o início é válido ressaltar a escassez de referências bibliográficas enfrentada nesta etapa do projeto, mesmo após consultas ao corpo docente da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo especializado no tema.

Utilizou-se como material base o Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas 2010 do DNIT, principalmente a seção sobre baias de ônibus. Como foi enunciado, existe uma falta de material específico para o projeto de baias de veículo particulares, e por veículo particular entende-se o veículo de projeto com capacidade máxima de cinco passageiros. O manual do DNIT, por exemplo, é escrito para projeto de baias de ônibus, logo, o que se faz aqui é uma adaptação do mesmo para projetar baias para o veículo-projeto adotado.

### *2.3.1. Faixa de desaceleração*

Segundo DNIT (2010) “*As faixas de desaceleração e aceleração devem ter comprimento suficiente para que o ônibus saia e entre nas faixas de tráfego direto com a velocidade média da rodovia, sem desconforto para os passageiros*”. É importante observar a quantidade de faixas que necessárias para a baia. O manual aconselha duas faixas, uma para acostamento e outra para ultrapassagem e ganho de velocidade para a volta do veículo à pista principal, no entanto essas medidas são para ônibus, um veículo pesado e de comprimento

elevado o que dificulta a realização de manobras. Para o veículo-projeto utilizaremos somente uma faixa, essa adaptação será feita em razão da simplicidade deste comparado ao outro e também ao fato da pista de implantação da baia não ser de alta velocidade, o que diminui a necessidade da segunda faixa de ultrapassagem e ganho de velocidade. Portanto, a faixa de estacionamento e a faixa de desaceleração serão a mesma, devido à simplicidade do projeto.

Outro ponto abordado no manual é a necessidade de utilização de uma separação física entre as pistas que compõem a baia e as pistas principais. Este projeto necessita somente de uma faixa, dessa forma, colocar separações físicas poderia acarretar em problemas de fluxo dentro da baia, uma vez que existindo dois motoristas dentro da baia, o motorista de trás dependeria da saída do motorista da frente. A solução adotada é a pintura da faixa da baia de uma cor diferente da pista, de modo a diferenciar os dois ambientes de tráfego.

### *2.3.2. Faixa de estacionamento*

A faixa de estacionamento é a parte mais importante do projeto da baia, uma vez que ela precisa possuir largura adequada para que o veículo-projeto possa estacionar, bem como realizar manobra para retornar a pista principal. O manual do DNIT (2010) sugere uma largura de 3,0 metros para a pista, medida a qual será adotada no projeto.

Outro ponto importante é o comprimento da baia. É intuitivo pensar que o comprimento da mesma vai influenciar no tráfego da região, uma vez que se não houver espaço para estacionamento na baia, o veículo deverá parar em outro ponto, o que não é ideal. Dessa forma, torna-se necessário usar uma abordagem para o cálculo do comprimento da baia em função da demanda de veículos, uma boa abordagem para esse problema é a utilização dos conceitos de Teoria de Filas ensinados na disciplina PTR 2451 (Economia e Planejamento de Sistemas de Transportes), bem como conceitos de dimensionamento de calçadas de embarque de táxi vistos na disciplina PTR 2505 (Transporte Aéreo e Aeroportos) do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. O dimensionamento será desenvolvido posteriormente.

## **2.4. Conclusões da revisão da Literatura**

O trabalho de Alonso-Mora et. al (2016) trata de um problema extremamente complexo de programação linear, no qual são necessários métodos heurísticos e grande capacidade de processamento computacional. Além disso, os autores contavam com um grande banco de dados para servir de atributos para a classe “Viagem” criada. Por outro lado,

nem o trabalho citado acima nem outros pesquisados (Santi P. R., 2014) e (Ma, 2013) estudaram a preferência das pessoas quanto a usar este serviço compartilhado comparado ao seu meio de transporte atual.

Desta forma, mesmo que neste trabalho a parte computacional seja mais simples, o resultado de uma pesquisa de preferência declarada na região propiciará uma visão da disposição das pessoas em utilizar o serviço compartilhado com base em alguns parâmetros pré-definidos. Estes parâmetros serão mais tarde usados para estimar os tempos de espera máximos (a variável  $\Omega$  no artigo de Alonso-Mora et. al) e o custo do serviço, variável esta que não foi explorada nos trabalhos lidos mas possui um peso significativo no processo de tomada de decisão de um indivíduo.

Mesmo que exclusivo a uma única região da cidade de São Paulo, os resultados da pesquisa de preferência declarada e do algoritmo de *matching* desenvolvido têm o potencial de trazer respostas para perguntas pouco exploradas na literatura até o momento.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA**

Durante a elaboração do presente projeto, trabalhou-se com a hipótese de que as formas de transporte de última milha atuais não satisfazem grande parte dos passageiros na cidade de São Paulo e de que existe a possibilidade de realização de um serviço de transporte de compartilhamento similar ao proposto pelo MIT em Nova York para a região da estação Faria Lima em São Paulo. Buscamos, então, quantificar essa hipótese através da pesquisa online realizada e que será discutida na subseção 4.3 mais à frente.

O transporte alternativo proposto é caracterizado por um sistema de compartilhamento de viagem por duas pessoas que desejam realizar o transporte de última milha na região da estação Faria Lima do metrô. Essa proposta seria possível através de um algoritmo de *matching* que após dois pedidos de clientes distintos criaria uma viagem combinando um motorista de táxi e os dois passageiros mencionados. Por fim o veículo partiria de uma baia localizada no Largo da Batata, especialmente para embarque de passageiros.

A forma de solução proposta para o problema do transporte de última milha passa por algumas etapas importantes e não simples para sua concretização, sendo sustentadas principalmente por três pilares, são eles: o preço do serviço, o tempo de realização do serviço e a combinação dos elementos envolvidos, ou seja, os dois passageiros e o motorista. Para a construção dessas etapas recorremos à pesquisa de preferência declarada e ao algoritmo de *matching*. Por fim, para que o serviço seja implantado a partir de uma origem fixa de viagens no Largo da Batata recorre-se ao dimensionamento de uma baia de embarque de passageiros utilizando-se o conceito de Teoria de Filas.

#### **3.1. Pesquisa de Preferência Declarada**

Diferentemente do estudo feito pelo MIT, neste projeto não possuímos dados registrados de viagens de táxi, dessa forma utilizamos a pesquisa de preferência declarada para propor um novo serviço, bem como compará-lo com as alternativas vigentes. Essa pesquisa busca estudar as preferências dos passageiros criando cenários hipotéticos. Para isso criamos cartões comparativos entre o novo serviço e os serviços atuais, variando os atributos tempo de espera e preço da viagem. O grupo foi a campo e entrevistou passageiros na região da estação Faria Lima do metrô de modo que cada passageiro respondia a nove cartões com nove cenários distintos. Esses cenários foram criados através da variação dos atributos preço e tempo já mencionados. Os nove cartões respondidos tratavam de situações comparativas entre

o novo serviço e o serviço atual que o passageiro utilizava, podendo ser ônibus, serviço de transporte por carro não compartilhado ou a pé.

Através dos resultados foi possível obter uma função denominada função utilidade, a qual nos guiará em relação aos pesos das escolhas dos passageiros entrevistados.

### **3.2.Algoritmo de Matching**

Na seção anterior foi possível discutir como foi tratada a construção de dois dos três pilares mencionados anteriormente. O terceiro é o desenvolvimento do algoritmo de *matching* que realizará a combinação dos elementos envolvidos em uma viagem. Ele simulará uma distribuição aleatória de viagens no entorno da região da Faria Lima através do modelo de distribuição Markoviana, uma vez que não temos os dados de destino final dos passageiros. O desenvolvimento de tal algoritmo possibilitará a determinação de um valor de taxa mínima de chegada de passageiros por intervalo de tempo, que satisfaça um tempo de espera que os passageiros deverão aguardar. Quanto maior a taxa de chegada de passageiros, menor seria o tempo de espera para realização de uma combinação entre dois passageiros e um motorista, caracterizando, desse modo, a formulação de uma viagem.

O algoritmo também realizará uma lógica de combinação de modo a reduzir o tempo adicional que um passageiro passará a mais dentro do veículo devido ao desembarque do primeiro passageiro. Isso será realizado de modo a priorizar a combinação entre passageiros que desembarcarão próximos um do outro.

### **3.3.Baia para embarque e desembarque**

A maior dificuldade envolvida no projeto da baia de embarque em veículos de passeio é a falta de normas específicas. Por isso, juntamente com uma análise das recomendações existentes sobre o tema, foi realizado um estudo a partir da Teoria de Filas. Buscou-se representar diferentes situações de fluxo de pessoas solicitando o serviço e qual a consequência dessa variação para o comprimento das filas de veículos associadas.

## 4. PESQUISA DE PREFERÊNCIA DECLARADA

### 4.1. Metodologia Aplicada

#### 4.1.1. Definição dos cenários da pesquisa de preferência declarada

A pesquisa de preferência declarada foi elaborada de acordo com a finalidade de seus resultados: fornecer dados para a segunda fase do projeto, que consiste na elaboração do algoritmo de *matching*. Busca-se entender se existe demanda para um serviço de veículo compartilhado na região da Faria Lima, que justifique a criação de um serviço dedicado para a área de estudo. Sabendo-se disso, tem-se definido o público alvo da pesquisa: pessoas que realizam o transporte de última milha a partir da estação Faria Lima do metrô. A pesquisa de preferência declarada busca a comparação entre uma alternativa hipotética de transporte e as opções atualmente existentes de modais na região de estudo.

Ortúzar e Willumsen (2011) estabelecem que a pesquisa de preferência declarada deve adotar cenários tecnicamente viáveis, o que requer o cumprimento de quatro tarefas:

- a) Definição das opções de modais que serão comparadas;
- b) Definição dos atributos;
- c) Definição da unidade de medida para cada atributo;
- d) Definição do número de níveis de variação de cada atributo e seus valores.

Além disso, para se atingir o maior realismo possível nas respostas, a pesquisa deve ser elaborada com alternativas de fácil compreensão, inseridas em um contexto realista, utilizando níveis de atributo existentes e conectados com experiências prévias.

Ortúzar e Willumsen (2011) afirmam que se os resultados da pesquisa forem utilizados como dados de entrada para outro estudo, os desenvolvedores da pesquisa devem adaptar os atributos de maneira a acomodarem as limitações ou necessidades do próximo estudo.

#### 4.1.2. Elaboração da pesquisa

No presente trabalho, foi definido inicialmente que três modos diferentes de realização de viagens de última milha a partir do metrô Faria Lima seriam incluídos na pesquisa: por ônibus, a pé e por veículo não compartilhado por aplicativo. Através da elaboração de cartões

de pesquisa, essas três alternativas de viagem seriam comparadas à opção de viagem em veículo compartilhado por aplicativo.

O experimento de escolha utilizado na coleta de dados foi o método conhecido como *choice*, adaptado com uma escala semântica (Ortúzar e Willumsen, 2011). Em contrapartida, Senna (2014) coloca essa forma de experimento como do tipo *rating*. Nesse experimento, são apresentadas duas alternativas de transporte de última milha, e o entrevistado deve escolher entre uma delas posicionando sua resposta em uma escala semântica: certamente a primeira opção, provavelmente a primeira opção, indiferente, provavelmente a segunda opção, certamente a segunda opção.

Portanto, foram elaborados três conjuntos de cartões para a pesquisa:

- a) Comparação trajeto realizado a pé com trajeto por veículo compartilhado por aplicativo;
- b) Comparação trajeto realizado por ônibus com trajeto por veículo compartilhado por aplicativo;
- c) Comparação trajeto realizado com veículo não compartilhado por aplicativo com trajeto realizado com veículo compartilhado por aplicativo.

Foram definidos dois atributos: custo e tempo de espera para embarque, com três níveis de variação cada, com variações para apenas um modal nos cartões. Os critérios para determinação foram: utilizar atributos relevantes para a segunda fase do projeto e utilizar uma quantidade de atributos que permita um número não muito elevado de cartões para a entrevista, o que dificultaria sua realização. O custo (tarifa) é uma das variáveis mais relevantes na análise de viabilidade de um novo serviço de transporte, pois trata-se de um dos fatores que mais impactam na decisão de novos usuários. O tempo de espera é particularmente importante nesse trabalho, pois permitirá que na segunda fase do projeto seja determinado o intervalo ideal de partida dos veículos da estação Faria Lima, bem como auxiliará na determinação do fluxo de passageiros que viabilizará o serviço.

Optou-se por não incluir atributos qualitativos, como por exemplo o conforto oferecido nos modais de transporte, pois tais fatores não seriam relevantes na análise quantitativa desenvolvida na etapa do algoritmo de *matching*.

Nos cartões referentes à viagem por veículo não compartilhado por aplicativo decidiu-se pela realização de uma modificação que melhor representasse a análise do problema: o

atributo tempo de espera para embarque foi substituído pelo tempo adicional de viagem devido ao compartilhamento. Partiu-se da ideia que tanto o serviço individual como o serviço compartilhado por aplicativo apresentariam tempos muito próximos de espera para embarque. De fato, o critério de melhor comparação entre esses dois serviços é o tempo extra de viagem gerado pelo compartilhamento da viagem. Ou seja, os passageiros têm seu trajeto ideal parcialmente desviado para que outros usuários sejam atendidos, aumentando o tempo de viagem.

O projeto limita a análise a uma área reduzida a partir da estação Faria Lima do metrô. Ainda que seja uma área de pequenas dimensões quando comparada à cidade de São Paulo, existe grande variabilidade de tempos de viagem de última milha dentro desse raio delimitado. Não apenas as distâncias apresentam grande variabilidade, mas também os horários de realização das corridas influenciam nos tempos gastos. Sabe-se que a região da Faria Lima é uma área com volume elevado de tráfego de veículos particulares e ônibus, principalmente nos horários de pico da manhã e do início da noite. Por isso, seria prejudicial ao resultado da pesquisa se apenas uma faixa de duração de viagens de última milha fosse considerada. Os custos atribuídos ao serviço em análise não seriam condizentes com a realidade das viagens dos entrevistados.

A solução utilizada foi criar faixas temporais equivalentes para cada um dos três grupos de cartões (a pé, ônibus e veículo não compartilhado por aplicativo). As faixas escolhidas como base foram: até 5 min e até 10 min de viagem em veículo por aplicativo. Essas faixas foram convertidas em faixas equivalentes de tempo de 15 e 30 min para o trajeto a pé, 20 e 40 min para o trajeto de ônibus (em horário de pico) e 5 e 10 min para o trajeto por veículo não compartilhado por aplicativo. A primeira pergunta realizada ao entrevistado é sobre o modal utilizado para o transporte de última milha, e em seguida é perguntado quanto tempo em média dura esse percurso. Essas duas respostas permitem selecionar qual o grupo de cartões a ser aplicado em cada entrevista. Diante dos atributos expostos nos cartões, verifica-se a aceitação do novo serviço de transporte em comparação ao modal utilizado atualmente pelo entrevistado.

#### *4.1.2.1. Definição das faixas de variação dos atributos*

Para definição das faixas de variação dos atributos dos cartões foi utilizado o sistema de simulação de trajetos do Google Maps, com base no horário de pico de tráfego da manhã (9:00h – 10:00 h) em um dia de semana do mês de abril. Foram simulados diferentes pontos

dentro do raio de análise do projeto e observados os tempos necessários para os trajetos a pé, de ônibus e de carro. Com isso foram estabelecidas as faixas temporais comentadas anteriormente.

Para a definição dos custos e tempo de espera para embarque no carro compartilhado, foram realizadas pesquisas com dois aplicativos disponíveis no mercado: Uber e 99. Definindo-se como ponto de partida o Largo da Batata, próximo à saída da estação Faria Lima, e como destinos os mesmos pontos aleatórios utilizados para a pesquisa no Google Maps dentro do raio de 2 km, foi possível encontrar um custo médio da corrida e um tempo médio de espera para embarque. A partir dos valores médios de ambos os atributos, foram geradas uma faixa inferior e uma superior.

Aqui, é importante destacar que em um serviço de viagens compartilhadas, o tempo de espera para embarque pode sofrer grandes variações, pois os passageiros são aceitos em diferentes pontos do trajeto. Entretanto, nesse trabalho as viagens são geradas a partir de uma única origem fixa. O que significa que a variabilidade do tempo de embarque sofre grande redução.

- Veículo compartilhado por aplicativo x trajeto a pé

Essa categoria de cartões foi dividida em dois grupos: para trajetos a pé até 15 min e trajetos até 30 min. Não há custos associados ao trajeto a pé, nem tempo de espera, uma vez que ao desembarcar do metrô, a pessoa já caminha diretamente ao seu destino final. Desta forma, os valores permanecem zerados nas duas faixas temporais para os dois atributos, variando apenas os atributos referentes ao veículo compartilhado.

O tempo médio de espera para embarque no veículo por aplicativo pesquisado no horário do pico da manhã em um dia de semana foi de 5 min. Para criação das faixas de variação, foram determinados um valor superior e um inferior ao médio, resultando em 3, 5 e 7 min, aplicados às duas faixas temporais.

Os custos foram pesquisados para uma corrida não compartilhada por aplicativo e repartidos igualmente considerando um compartilhamento por dois passageiros. Como o custo depende da distância percorrida, para cada faixa temporal foi admitida uma faixa de variação. Novamente, a partir da tarifa média encontrada, foram determinadas uma tarifa superior e uma inferior. Para a menor faixa temporal, foram adotadas as tarifas por passageiro de R\$

2,00, R\$ 4,00 e R\$ 6,00. Para a maior faixa temporal, foram adotadas as tarifas por passageiro de R\$ 4,00, R\$ 6,00 e R\$ 8,00.

- Veículo compartilhado por aplicativo x trajeto por ônibus

Essa categoria de cartões foi dividida em dois grupos: para trajetos de ônibus até 20 min e trajetos até 40 min. Como os passageiros entrevistados estão realizando a integração entre o sistema de metrô e o sistema de ônibus para realização do trajeto de última milha, a tarifa associada ao ônibus é de R\$ 3,00 (atualmente o custo da integração é R\$ 3,80 + R\$3,00, totalizando R\$ 6,80).

Foi definido um tempo médio de espera para embarque em ônibus de 10 min. Existe grande oferta de linhas de ônibus na região da Faria Lima, que apresentam intervalos distintos entre veículos. Como estamos trabalhando apenas com trajetos de última milha, pode-se admitir que um passageiro possua mais do que uma possibilidade de linha de ônibus que atenda o curto trajeto a partir da estação de metrô, diminuindo o tempo de espera no ponto. Os atributos do modal ônibus permanecem com valores constantes nas duas faixas temporais em todos os cartões.

Os tempos de espera permanecem os mesmos dos cartões para trajeto a pé: 3, 5 e 7 min. As tarifas do transporte em veículo compartilhado também são as mesmas dentro das faixas equivalentes de tempo de viagem (R\$ 2,00, R\$ 4,00 e R\$ 6,00 para trajetos de até 20 min de ônibus e R\$ 4,00, R\$ 6,00 e R\$ 8,00 para trajetos de até 40 min).

- Veículo compartilhado por aplicativo x trajeto em veículo não compartilhado por aplicativo

Essa categoria de cartões foi dividida em dois grupos: para trajetos de até 5 min e trajetos até 10 min. Nesse caso, foi utilizado o tempo adicional do trajeto causado pelo compartilhamento da corrida como atributo, e não o tempo de espera para embarque. Pois, na comparação veículo não compartilhado por aplicativo x veículo compartilhado por aplicativo, a variável tempo de espera para embarque seria igual em ambas as opções para uma origem única de viagem.

As tarifas do serviço compartilhado seguiram as mesmas faixas dos itens anteriores: R\$ 2,00, R\$ 4,00 e R\$ 6,00 para trajetos de até 5 min e R\$ 4,00, R\$ 6,00 e R\$ 8,00 para trajetos de até 10 min. Os tempos adicionais devido ao compartilhamento foram estimados em

2, 4 e 6 min para a menor faixa temporal, 4, 8 e 10 min para a maior faixa temporal de viagem.

Para o veículo não compartilhado, a tarifa foi definida como o dobro da tarifa média do veículo compartilhado por duas pessoas, totalizando R\$ 8,00 para corridas de até 5 min e R\$ 12,00 para corridas de até 10 min. Nas corridas não compartilhadas não há tempo extra devido ao embarque de mais passageiros.

#### *4.1.2.2. Elaboração dos cartões*

O *layout* dos cartões foi elaborado com base na pesquisa bibliográfica realizada. Como foram definidos 2 atributos com 3 níveis de variação, cada entrevistado responderia a uma sequência de 9 cartões. Como foram definidos também 3 modais diferentes e 2 faixas temporais para cada modal, um total de 54 cartões foram produzidos, sendo 18 para cada modal.

Os cartões foram desenhados no Microsoft Word, impressos e plastificados. Na parte superior foram colocados o símbolo da Escola Politécnica da USP e a seguinte frase: “Qual você escolheria para a sua viagem?”. Em seguida, no centro do cartão são apresentadas as duas opções que serão comparadas pelo entrevistado, cada uma com uma ilustração representativa do modal e os valores dos atributos. No canto direito, estão apresentadas as possíveis respostas para a pergunta feita: certamente opção 1, provavelmente opção 1, indiferente, provavelmente opção 2 e certamente opção 2.

No canto inferior esquerdo, está apresentada uma nomenclatura de cada cartão para organização dos próprios entrevistadores, seguindo o padrão X.Y.Z, onde:

- X: A (trajeto a pé), B (trajeto de ônibus), C (trajeto por veículo de aplicativo);
- Y: 1 ou 2, de acordo com o tempo de percurso do entrevistado;
- Z: cartões 1 a 9.

A seguir são apresentados um cartão de cada grupo elaborado, trajeto a pé (Figura 11), trajeto de ônibus (Figura 12) e trajeto em veículo não compartilhado de aplicativo (Figura 13).

Qual você escolheria para a sua viagem?			
	Meio de transporte	Tempo de espera (min)	Custo
<b>1</b>	<u>Carro compartilhado com aplicativo</u> 	<b>3</b>	R\$ 8,00
<b>2</b>	<u>A pé</u> 	<b>0</b>	R\$ -

Cartão A.2.3

Opção
Certamente carro compartilhado
Provavelmente carro compartilhado
Indiferente
Provavelmente a pé
Certamente a pé

Figura 11 - Cartão usado para viagens a pé (elaborado pelos autores deste trabalho).

Qual você escolheria para a sua viagem?			
	Meio de transporte	Tempo de espera (min)	Custo
<b>1</b>	<u>Carro compartilhado com aplicativo</u> 	<b>3</b>	R\$ 8,00
<b>2</b>	<u>Ônibus</u> 	<b>10</b>	R\$ 3,00

Cartão B.2.3

Opção
Certamente carro compartilhado
Provavelmente carro compartilhado
Indiferente
Provavelmente ônibus
Certamente ônibus

Figura 12 - Cartão usado para viagens de ônibus(elaborado pelos autores deste trabalho).

Qual você escolheria para a sua viagem?			
	Meio de transporte	Tempo adicional (min)	Custo
<b>1</b>	<u>Carro compartilhado com aplicativo</u> 	<b>4</b>	R\$ 8,00
<b>2</b>	<u>Carro individual com aplicativo</u> 	<b>0</b>	R\$ 12,00

Cartão C.2.3

Opção
Certamente carro compartilhado
Provavelmente carro compartilhado
Indiferente
Provavelmente carro NÃO compartilhado
Certamente carro NÃO compartilhado

Figura 13 - Cartão usados para viagem de carro individual por aplicativo (elaborado pelos autores deste trabalho).

#### *4.1.2.3. Realização da pesquisa*

A pesquisa foi realizada presencialmente no entorno da estação Faria Lima do metrô. Entre os meses de abril e maio, o grupo esteve presente cinco vezes na área de estudo. A primeira visita, logo após a elaboração dos cartões, teve como objetivo a realização de uma pesquisa teste, como forma de entender se esta era de fácil compreensão por parte dos entrevistados. Nessa ocasião, também foi observado o tempo médio de realização de cada entrevista.

Uma vez realizada a pesquisa teste e feitos pequenos ajustes na forma de apresentar a pesquisa aos entrevistados, foi iniciada a pesquisa definitiva. O grupo visitou a área mais quatro vezes, distribuídas em três dias úteis no período da manhã (8h-12h) e um sábado no período da tarde. Foram obtidas 124 respostas, sendo 100 pessoas que realizariam o trajeto de última milha por ônibus, 22 que realizariam a pé e 2 em veículo por aplicativo não compartilhado.

A obtenção de respostas de pessoas que se deslocam a pé e por veículo não compartilhado mostrou-se de extrema dificuldade, fato que será melhor detalhado na seção de resultados dessa parte projeto.

Durante as entrevistas um mesmo procedimento foi seguido:

- a) Os entrevistadores formaram duplas, em que uma das pessoas ficava responsável por apresentar a pesquisa e esclarecer questionamentos e o outro era responsável por registrar em um formulário as respostas dadas;
- b) Os entrevistadores abordavam as pessoas em três pontos principais. Os usuários de ônibus eram entrevistados no ponto localizado ao lado da saída do metrô Faria Lima, em direção à Av. Juscelino Kubistchek. Os entrevistados a pé eram abordados logo na saída da estação. Os usuários de veículo por aplicativo localizavam-se distribuídos pelo Largo da Batata;
- c) Os entrevistadores apresentavam-se como alunos de Engenharia da Escola Politécnica da USP e perguntavam se a pessoa estaria disposta a responder uma pesquisa para trabalho de graduação;
- d) Em caso afirmativo, era explicado simplificadamente o intuito do trabalho, confirmado o modo de realização da viagem de última milha e o tempo médio de duração do trajeto;

- e) Diante dessas informações, os entrevistadores escolhiam o grupo adequado de cartões e apresentavam o funcionamento da pesquisa;
- f) Em todas as entrevistas os cartões foram apresentados na mesma ordem e os entrevistadores buscaram não induzir os entrevistados nas respostas. O cenário era apresentado, e os entrevistadores apenas intervinham se a pessoa não compreendesse o cenário.

Apesar da dificuldade, nesse trabalho, optou-se pela realização da pesquisa de preferência declarada exclusivamente na forma presencial. Dois motivos principais explicam isso. Primeiramente, em um trabalho que busca medir a aceitação do público a um novo serviço de transporte, torna-se importante o contato direto com os possíveis usuários. Mais do que simplesmente a obtenção de respostas numéricas em um formulário, o contato presencial permite um melhor entendimento das necessidades dos usuários. Em segundo lugar, a pesquisa online, apesar de atingir um número elevado de pessoas em pouco tempo, tornaria muito difícil o foco nas pessoas que utilizam transporte na região da Faria Lima.

#### *4.1.3. Metodologia de cálculo*

##### *4.1.3.1. Função Utilidade*

O principal resultado de uma pesquisa de preferência declarada é a Função Utilidade, que exprime numericamente a preferência dos consumidores, levando-se em conta os atributos escolhidos. Trata-se de um modelo linear aditivo, que pode englobar variáveis discretas e contínuas. Segundo Nodari (1996), ela expressa o benefício que um indivíduo percebe quando consome seus recursos. Em transportes, os indivíduos buscam minimizar o desprazer em se deslocar, pois o serviço de transporte em si não é o objetivo, mas apenas o meio. Por isso, é esperado nesse trabalho que os coeficientes das variáveis custo e tempo de espera sejam negativos, demonstrando que um aumento nesses fatores, implica em uma diminuição no benefício da alternativa. A função utilidade tem o seguinte formato:

$$U = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_n x_n$$

Onde:

U = utilidade total;

$x_1$  a  $x_n$  = variáveis independentes;

$\beta_1$  a  $\beta_n$  = coeficientes das variáveis;

$\beta_0$  = intercepto;

n = número de atributos da pesquisa de Preferência Declarada.

Nesse trabalho, apenas duas variáveis independentes serão utilizadas (custo e tempo de espera para embarque). Através da aplicação da técnica de regressão linear, serão determinados os coeficientes das duas variáveis independentes, que indicam a importância relativa dos atributos na escolha dos usuários.

#### *4.1.3.2. Correlação entre variáveis*

O coeficiente de correlação mede o quanto duas variáveis estão relacionadas. Esse valor pode variar entre +1 e -1, sendo os extremos indicativos de uma correlação linear perfeita, positiva ou negativa. Valores próximos a zero indicam que não há correlação linear entre variáveis. Nesse trabalho, a correlação entre variáveis independentes e dependentes será calculada no software Microsoft Excel, através da ferramenta de análise de dados. É desejável que entre duas variáveis independentes do problema em análise, as correlações aproximem-se de zero, demonstrando que todos os atributos foram importantes na explicação do fenômeno.

#### *4.1.3.3. Regressão linear*

A regressão linear é uma análise estatística utilizada para a verificação de uma relação funcional entre uma variável dependente e uma ou mais variáveis independentes. É através da regressão linear que serão encontrados os coeficientes da função utilidade. Nesse trabalho ela será executada no software Microsoft Excel utilizando a ferramenta de análise de dados.

Antes de utilizar a ferramenta de dados do Excel é necessária a realização de algumas etapas preliminares com os dados obtidos na pesquisa de preferência declarada: organizar os dados atribuindo valores às 1.080 respostas obtidas nas entrevistas e linearizar a função Logit Binomial. De acordo com a Transformada de Berkson-Theil (Tabela 3), foram atribuídos os valores 0,9, 0,7, 0,5, 0,3 e 0,1, sendo 0,9 para a resposta certamente carro compartilhado e 0,1 para as respostas certamente ônibus, certamente a pé e certamente carro não compartilhado. Ortúzar e Willumsen (2011) explicam que existem diversas escalas numéricas para conversão da escala semântica, entretanto a partir dos anos 1990 tornou-se comum a utilização da Transformada de Berkson-Theil.

Tabela 3 - Equivalência entre escala semântica e numérica seguindo a Transformada de Berkson-Theil.

Escala semântica	Escala numérica
Certamente carro compartilhado	0,9
Provavelmente carro compartilhado	0,7
Indiferente	0,5
Provavelmente ônibus/a pé/carro não compartilhado	0,3
Certamente ônibus/a pé/carro não compartilhado	0,1

Na regressão linear realizada, as variáveis independentes são representadas pelas diferenças entre os valores dos dois atributos das duas alternativas de escolha e a variável dependente pelas respostas semânticas transformadas em numéricas.

- Modelo Logit

O Modelo Logit Multinomial é o modelo mais utilizado de escolha discreta (Ortúzar e Willumsen, 2011). Segundo Ben-Akiva e Lerman (1985), a formulação original do modelo é de autoria de Luce (1959) e demonstra que a probabilidade de um indivíduo escolher uma alternativa  $P_i$  é dada segundo a equação:

$$P_i = \frac{e^{U_i}}{\sum_{j=1}^n e^{U_j}}$$

Onde,  $U$  é a utilidade total e  $j$  o número total de alternativas de escolha para o indivíduo.

A equação acima pode assumir outra forma diante de um cenário simplificado, em que apenas duas alternativas sejam oferecidas. Trata-se do Modelo Logit Binomial (MÉNDEZ et al., 2016), que se aplica ao presente trabalho. Nesse caso, a probabilidade de escolha do indivíduo é dada pela equação:

$$P_i = \frac{1}{1 + e^{(U_2 - U_1)}}$$

Assumindo funções de utilidade linear nos parâmetros e calibração do modelo binário feita através do método dos mínimos quadrados utilizando a Transformada de Berkson-Theil (MÉNDEZ et al., 2016), discutida anteriormente, é possível transformar a equação anterior na seguinte equação:

$$\ln\left(\frac{P_i}{1 - P_i}\right) = \sum_{k=1}^K \beta_{ik} x_{ikq}$$

Onde,  $x_{ikq}$  é o valor que adota o atributo k-ésimo para o indivíduo q e  $\beta_{ik}$  o parâmetro associado.

- Coeficiente de determinação ( $R^2$ )

O coeficiente de determinação avalia a qualidade do ajuste do modelo aos dados coletados. Varia de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, melhor a função utilidade descreverá a opinião dos entrevistados. Ortúzar e Willumsen (2011) colocam valores próximos a 0,4 como representativos de bons ajustes.

- Teste estatístico t-student

O teste estatístico t-student mostra se um atributo possui efeito significativo na função utilidade. Se t for maior que 1,96 para uma significância de 95% da variável, rejeita-se a hipótese de coeficiente nulo e demonstra-se que o atributo é importante para a análise.

- Coeficientes das variáveis independentes

Os coeficientes das variáveis independentes encontrados mostram como a mudança dos valores das variáveis independentes afeta a utilidade total. Além disso, observando-se os sinais dos coeficientes é possível entender se o acréscimo de determinado atributo diminui ou aumenta a utilidade.

## **4.2.Resultados**

Foram entrevistadas 124 pessoas presencialmente, das quais 100 pessoas realizaram o trajeto de última milha de ônibus, 22 pessoas realizaram a pé e apenas 2 optaram pelo veículo não compartilhado por aplicativo.

Apesar de inicialmente o objetivo deste trabalho ser a entrevista de usuários dos três modais diferentes para o trajeto de última milha, tal tarefa mostrou-se de difícil execução. Para que cada modal fosse bem representado nos resultados da pesquisa, seria necessária a obtenção de um número significativo de respostas para cada caso. Isso implicaria que aproximadamente 100 usuários de cada modal precisariam ser entrevistados.

Como todas as entrevistas foram realizadas presencialmente nos arredores da estação Faria Lima do metrô, a dificuldade de se atingir essa quantidade de pessoas mostrou-se um grande impedimento para a realização do objetivo inicial da pesquisa. Abordar pessoas na rua,

em um horário de grande movimento dos meios de transporte e em uma grande cidade como São Paulo é uma tarefa extremamente desafiadora.

Os entrevistadores perceberam que a dificuldade de se conseguir respostas presenciais varia de acordo com o modal utilizado para a realização da última milha. O grupo mais simples de se obter respostas é de usuários de ônibus. Existe uma elevada oferta de linhas de ônibus que têm como parada o ponto localizado ao lado da estação de metrô Faria Lima. Um grande número de pessoas aguarda a passagem dos ônibus nesse ponto, permanecendo no local por alguns minutos, o que possibilita a realização da pesquisa nesse intervalo.

O grupo de pessoas que realiza o trajeto de última milha a pé mostrou-se de difícil abordagem. Os entrevistadores ficaram localizados na frente da saída do metrô e utilizaram uma pequena placa de identificação para atrair a atenção das pessoas que saíam da estação e iniciar a abordagem. Grande parte das pessoas abordadas recusava-se a responder a pesquisa alegando a pouca disponibilidade de tempo. Outro motivo percebido para o baixo número de entrevistas realizadas foi a falta de entendimento das pessoas sobre o motivo da abordagem. Entrevistar pessoas que estão se deslocando a pé exige uma conversa muito rápida, o que impede que o objetivo da pesquisa seja prontamente apresentado, diferentemente da situação em que os entrevistados estão parados no ponto de ônibus aguardando os veículos para seguirem viagem.

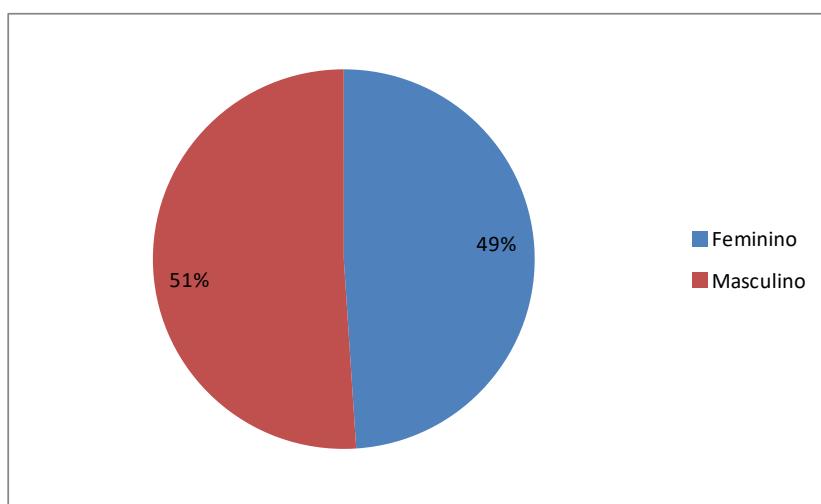
O terceiro grupo alvo da pesquisa são as pessoas que realizam o trajeto utilizando veículos por aplicativo. A grande dificuldade nesse caso é identificar essas pessoas e encontrar o local onde aguardam a chegada dos veículos. Ao desembargarem do metrô, os usuários desse serviço distribuem-se por diferentes pontos do Largo da Batata, de acordo com a posição do veículo no momento do chamado e seu destino final. Trata-se de um grupo de identificação muito difícil, o que dificulta a obtenção de um número considerável de respostas.

Essas conclusões foram sendo construídas ao longo das primeiras visitas a campo do grupo. Desta forma, foi decidido que para uma melhor qualidade das respostas obtidas bem como para o correto andamento do projeto seria necessário concentrar as entrevistas apenas no modal ônibus. No Apêndice A ao final deste trabalho estão apresentadas todas as respostas obtidas nas entrevistas. Entretanto, para efeito de análise de resultados até o momento, apenas as respostas do modal ônibus foram contabilizadas.

#### *4.2.1. Caracterização da amostra*

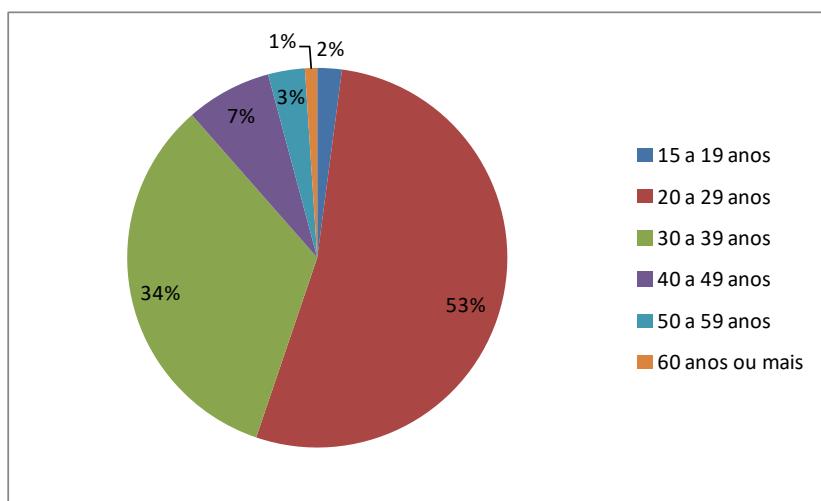
Das 100 pessoas entrevistadas que realizaram a última milha utilizando ônibus, 4 respostas foram excluídas da análise pois os tempos de trajeto eram superiores a 40 min, excedendo a faixa estipulada pela pesquisa. Portanto, a amostra final contou com 96 respostas. Como 9 cartões eram mostrados a cada entrevistado, o número total de dados obtidos é igual a 864.

A proporção entre o número de homens e mulheres entrevistados foi bastante igualitária conforme pode ser visto na Figura 14.



*Figura 14 - Proporção de gêneros dos entrevistados para o modal ônibus.*

A distribuição de faixa etária dos entrevistados pode ser observada na Figura 15. Nota-se que 53% dos entrevistados situam-se na faixa etária entre 20 e 29 anos. O segundo grupo mais observado é de pessoas entre 30 e 39 anos.



*Figura 15 - Distribuição de faixa etária dos entrevistados para o modal ônibus.*

Outro dado relevante na análise é o tempo médio da viagem de última milha dos participantes a partir da região da estação Faria Lima. Das 96 respostas válidas obtidas, 44 são de trajetos de até 20 min de duração e 52 de trajetos com duração entre 20 e 40 min. Este fato não era esperado inicialmente. Acreditava-se que a maioria das viagens de última milha estaria localizada na menor faixa de tempo.

A duração maior das viagens pode ser entendida de duas maneiras. A primeira está relacionada com o horário de realização das entrevistas. Muitos entrevistados justificaram o tempo médio de viagem a partir das condições de trânsito congestionado na Av. Faria Lima no horário de pico da manhã. Eles argumentavam que o percurso até o destino final era relativamente curto, porém o trânsito intenso de carros e principalmente de ônibus no horário elevava muito o tempo gasto no trajeto. A segunda justificativa é que o destino final dos entrevistados pode ser muito distante da região da Av. Faria Lima, afastando-se da zona de análise deste trabalho. A Figura 16 mostra a distribuição dos tempos de viagem de última milha dos entrevistados.

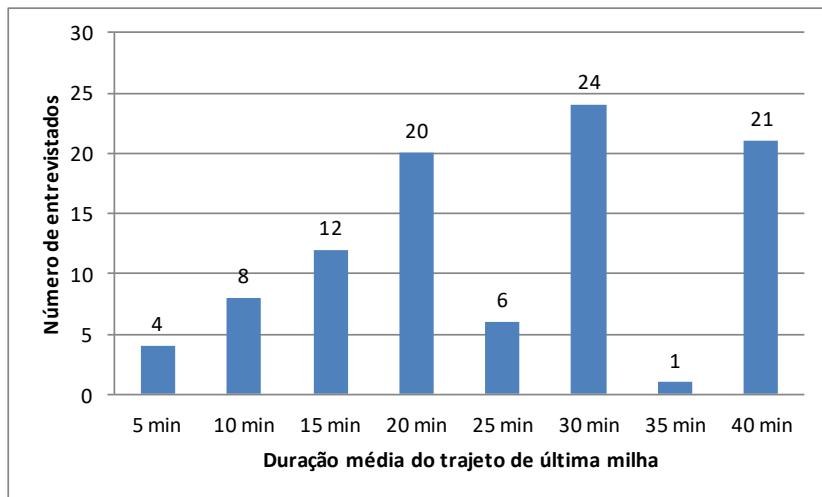


Figura 16 - Tempo médio da viagem de última milha dos entrevistados do modal ônibus.

#### 4.2.2. Correlação entre atributos

A correlação mede a relação entre um par de variáveis. Pode variar de -1 a 1, sendo os valores extremos representativos de uma correlação total, e 0 representativo da ausência de relação entre variáveis. Os valores menores que zero mostram que enquanto uma variável cresce a outra decresce.

Testou-se a correlação entre os atributos custo e tempo de espera e as respostas obtidas (na forma logaritmizada). Os resultados são apresentados na Tabela 4.

*Tabela 4 - Correlação entre variáveis.*

	<b>ln(P/(1-P))</b>	<b>Custo</b>	<b>Tempo de espera</b>
<b>ln(P/(1-P))</b>	1		
<b>Custo</b>	-0,3317	1	
<b>Tempo de espera</b>	-0,1876	0	1

Nota-se que não há correlação entre os atributos custo e tempo de espera, fato que pode ser considerado extremamente positivo para a determinação da função utilidade, pois demonstra que as duas variáveis podem contribuir para o modelo. Tanto a correlação entre custo e respostas como a correlação entre tempo de espera e respostas foram negativas, demonstrando que as variáveis caminham em sentidos opostos. A variável custo apresentou uma correlação mais forte com a resposta.

#### *4.2.3. Parâmetros estatísticos*

O resultado da regressão linear obtida é mostrado na Tabela 5. Na análise da pesquisa de preferência declarada, os parâmetros mais importantes de observação são: R-quadrado, teste t e os coeficientes da função utilidade.

*Tabela 5 - Resultado da regressão linear, obtido com ferramenta de análise de dados do Microsoft Excel.*

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0,3811
R-Quadrado	0,1452
R-quadrado ajustado	0,1432
Erro padrão	1,7495
Observações	864

#### *ANOVA*

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	2	447,7715	223,8857	73,1437	4,58461E-30
Resíduo	861	2635,4357	3,0609		
Total	863	3083,2072			

	<i>Coeficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Interseção	-0,6461	0,2024	-3,1927	0,0015	-1,0433	-0,2489	-1,0433	-0,2489
ΔCusto	-0,3275	0,0311	-10,5275	1,835E-24	-0,3886	-0,2665	-0,3886	-0,2665
ΔTempo espera	-0,2170	0,0364	-5,9549	3,789E-09	-0,2886	-0,1455	-0,2886	-0,1455

Na tabela anterior pode-se observar que o valor de  $R^2$  encontrado é 0,14, considerado abaixo do satisfatório para uma pesquisa de preferência declarada. Como exposto anteriormente, Ortúzar e Willumsen (2011) explicam que valores de  $R^2$  próximos de 0,4 indicam bons ajustes para o modelo. Alguns motivos podem ser levantados para explicar o valor obtido, mas os principais estão associados ao entendimento da pesquisa pelos entrevistados e as condições em que as entrevistas eram realizadas.

Observando o registro das entrevistas (Apêndice A), é possível notar que uma grande quantidade de respostas fornecidas concentra-se nos extremos “Certamente carro compartilhado” e “Certamente ônibus”. Existiu uma grande tendência dos entrevistados em responder os cartões de forma binária, ou seja, a graduação de repostas mostrada nos cartões (certamente, provavelmente e indiferente) não era totalmente analisada por quem respondia a pesquisa. Ao observar essa tendência, os entrevistadores passaram a detalhar mais as possíveis opções de resposta durante as instruções da pesquisa, sempre tomando o cuidado de não influenciar na tomada de decisão por cada entrevistado. Mesmo assim, grande parte das pessoas respondiam os cartões apenas considerando as opções extremas. Dois motivos podem explicar tal fenômeno. O primeiro é a condição de aplicação da pesquisa. As entrevistas eram feitas em um ponto de ônibus durante o horário de pico da manhã, em um local com muito movimento e barulho. A grande maioria das pessoas encontrava-se com pressa de chegar em seus compromissos e preocupada em observar a passagem das diferentes linhas de ônibus pelo ponto. Naturalmente, essa não é condição ideal de realização de uma pesquisa que necessita de uma análise comparativa de cenários pelo entrevistado. O segundo motivo é a falta de compreensão dos cenários apresentados. Apesar das explicações fornecidas pelos entrevistadores, muitas pessoas apresentavam dificuldade em entender o funcionamento da pesquisa.

Provavelmente, se fosse realizada de maneira online, a pesquisa forneceria dados para um melhor ajuste de modelo. Entretanto, tais dados não seriam tão representativos da região de estudo do problema, pois atingiriam entrevistados em diferentes pontos da cidade.

O segundo fator a ser observado na regressão é o Teste-t. O Teste-t permite visualizar se um determinado atributo possui efeito significativo na função utilidade. A verificação ocorre através dos valores tabelados da distribuição t de Student. Para um nível de confiança de 95%, se  $t > 1,96$  em módulo aceita-se o atributo como relevante na análise. Como visualizado no resultado da regressão, os valores do Teste-t encontram-se no intervalo desejado.

O terceiro ponto a ser observado são os coeficientes dos atributos custo e tempo de espera. Ambos têm sinal negativo. Como explicado no item 4.1.3.1 deste trabalho, era esperado que os coeficientes associados a essas variáveis fossem negativos, confirmando que um aumento dos atributos ocasionaria uma diminuição da utilidade total.

Apresentados todos esses fatores de análise, é possível escrever a função utilidade obtida:

$$U = -0,646 - 0,327 * C - 0,217 * T$$

Onde,

- U=utilidade;
- C=variável custo;
- T=variável tempo de espera.

#### *4.2.4. Valor do tempo*

A razão entre o coeficiente da variável tempo e o coeficiente do custo na função utilidade fornece o valor do tempo para os indivíduos. Esse valor pode ser interpretado como a quantia, em média, que as pessoas estão dispostas a pagar para cada minuto em que o tempo de espera para embarque é reduzido. A disposição a pagar do usuário é dada em R\$/minuto. Neste trabalho, a disposição a pagar dos usuários foi calculada em R\$0,66/minuto.

#### *4.2.5. Probabilidade de escolha*

A probabilidade de escolha dos usuários foi calculada conforme explicação no item 4.1.3.3 deste trabalho. Primeiramente, determinou-se a utilidade de cada alternativa e, então, as respectivas probabilidades de escolha. As probabilidades são apresentadas na Tabela 6.

Nota-se que a probabilidade de escolha pelo carro compartilhado é maior para os trajetos de última milha com duração média de até 20 min. Isto é justificável pela parcela da utilidade ligada ao custo do serviço. Na análise deste trabalho, observou-se que a variável custo possui um peso maior na decisão dos usuários do que a variável tempo de espera. De fato, durante as entrevistas foi possível notar que grande parte das pessoas pautava suas decisões pensando mais no custo do que no tempo de espera.

Tabela 6 - Utilidades e probabilidades de escolha dos usuários.

Duração da última milha	Custo (R\$)		Tempo de espera (min)		Utilidade		Prob. Escolha	
	Carro compartilhado	Ônibus	Carro compartilhado	Ônibus	Carro compartilhado	Ônibus	Carro compartilhado	Ônibus
Até 20 min de trajeto	2	3	3	10	-1,952	-3,799	86%	14%
	4	3	3	10	-2,607	-3,799	77%	23%
	6	3	3	10	-3,263	-3,799	63%	37%
	2	3	5	10	-2,386	-3,799	80%	20%
	4	3	5	10	-3,042	-3,799	68%	32%
	6	3	5	10	-3,697	-3,799	53%	47%
	2	3	7	10	-2,821	-3,799	73%	27%
	4	3	7	10	-3,476	-3,799	58%	42%
	6	3	7	10	-4,131	-3,799	42%	58%
Entre 20 e 40 min de trajeto	4	3	3	10	-2,607	-3,799	77%	23%
	6	3	3	10	-3,263	-3,799	63%	37%
	8	3	3	10	-3,918	-3,799	47%	53%
	4	3	5	10	-3,042	-3,799	68%	32%
	6	3	5	10	-3,697	-3,799	53%	47%
	8	3	5	10	-4,352	-3,799	37%	63%
	4	3	7	10	-3,476	-3,799	58%	42%
	6	3	7	10	-4,131	-3,799	42%	58%
	8	3	7	10	-4,786	-3,799	27%	73%

Nos trajetos de até 20 min de duração, o único cenário em que a maioria dos usuários não optaria pelo carro compartilhado é quando o maior custo e o maior tempo de espera estão associados.

Nos trajetos entre 20 e 40 min de duração, em 4 cenários a maioria dos usuários não escolheria o carro compartilhado. É possível perceber, que em 3 desses cenários, o maior custo do serviço de veículo compartilhado por pessoa (R\$ 8,00) está presente.

É importante destacar que além dos aspectos quantitativos envolvidos na análise, as entrevistas presenciais permitiram um melhor entendimento dos fatores envolvidos na escolha de cada usuário de transporte na região. Muitas pessoas alegaram não optar pelo uso do carro compartilhado por questões de segurança pessoal ao dividirem a corrida com desconhecidos, independentemente do preço ou do tempo de espera associados. Outro motivo apontado para negarem qualquer possibilidade de uso de carro compartilhado é a existência dos bilhetes de transporte pagos por empresas. Essas pessoas não optariam por pagar um serviço de transporte por carro uma vez que já possuem o benefício do transporte mensal pago antecipadamente pelos empregadores. Por outro lado, entre as razões apontadas para o uso de carros compartilhados estão: maior conforto, desembarque diretamente no destino final sem a necessidade de se caminhar e custo reduzido em relação ao carro não compartilhado.

### **4.3.Pesquisa Online**

#### *4.3.1. Razão da pesquisa*

A pesquisa de preferência declarada utilizada e descrita anteriormente é um método muito eficiente para se descobrir potenciais alternativas a serem implantadas e, de fato, ela proporcionou informações sobre as preferências das pessoas que possuem a estação Faria Lima do Metrô como a estação mais próxima de seus destinos finais. No entanto, com a aplicação da mesma através da pesquisa de campo conseguimos dados de pessoas que realizam hoje o transporte de última milha a pé e de ônibus, o que não caracteriza a totalidade do público-alvo deste trabalho.

Existe um público de extrema importância para este projeto que não havia sido capturado até então. Trata-se de pessoas que, por não encontrarem uma forma satisfatória de chegar ao trabalho utilizando transporte público, optam pelo uso de veículos próprios, geralmente ocupados por apenas uma pessoa.

Visando enxergar melhor como essas pessoas pensam e o quanto sensíveis são à proposição de um transporte compartilhado, foi elaborada uma pesquisa simples e direcionada, a qual tem como objetivo entender a preferência desse público. Essa foi a estratégia encontrada para suprir a falta de informação que a pesquisa declarada não pôde alcançar, uma vez que não foi possível entrevistar tais pessoas.

#### *4.3.2. Plataforma utilizada*

A pesquisa foi construída na plataforma do Google denominada Google Forms. Essa plataforma permite a construção de pesquisas de modo interativo, simples e eficaz. Ela disponibiliza ainda a alternativa de encerrar a pesquisa após qualquer pergunta. Isso permite que se possa construir uma lógica de “*if else*” conforme a resposta dos participantes, o que foi de muito valor para essa pesquisa, uma vez que desejávamos filtrar um público específico.

#### *4.3.3. Estrutura da pesquisa*

A pesquisa foi estruturada com dez questões propostas na seguinte ordem:

- 1) Você utiliza veículo particular em suas viagens/locomoções diárias?
- 2) Existe algum metrô/estação de trem próximo(a) ao seu destino final diário?
- 3) Qual é a estação de trem/metrô?
- 4) O que te impede de usar metrô/trem?

- 5) Você já usou transporte COMPARTILHADO por aplicativo? (Exemplo: Uber Pool)
- 6) Por que não usaria o transporte compartilhado? Marque uma ou mais opções determinantes para você não utilizá-lo, ou o que te faz ter dúvida em utilizá-lo.
- 7) Caso você queira, responda as próximas 3 perguntas para conhecemos mais sobre você.
- 8) Qual é o seu gênero?
- 9) Qual é a sua faixa etária?
- 10) Em qual bairro você mora?

Das dez questões propostas, as questões 3, 8 e 9 são abertas a resposta escrita, enquanto as outras são de múltipla escolha.

Através dessa estrutura, buscamos entender os motivos que levam os atuais usuários de veículos próprios a optarem por esse tipo de transporte. Acredita-se aqui que podemos ter uma ideia da efetividade do projeto, entendendo as necessidades dos possíveis usuários para que possamos entregar um serviço que realmente agregue valor à rotina dos passageiros. É válido ratificar que a pesquisa consegue isolar o público alvo: pessoas que utilizam veículos próprios em seu dia-a-dia para realização de tarefas e que por algum motivo não usariam os modelos de transporte compartilhado atualmente oferecidos.

Um dos objetivos da pesquisa é saber o porquê de não se utilizar os transportes por veículo compartilhado atuais. Dessa forma, podemos saber se o projeto contempla os atributos que esses cidadãos sentem falta e acabam por optar na utilização de automóvel próprio.

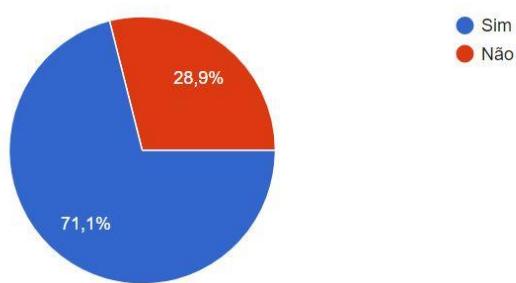
Outro fator de extrema importância é que nessa pesquisa não buscamos analisar somente pessoas que possuam a estação Faria Lima do metrô como a estação mais próxima de seus destinos finais, pois isso restringiria muito a pesquisa e não teríamos uma amostra razoável de pessoas. Sabemos que com isso estamos abrindo mão de certa precisão do nosso objetivo particular de estudo, no entanto acreditamos que as opiniões de usuários que optam por seus transportes particulares ao invés do compartilhado não sejam muito diferentes sendo a Faria Lima como a estação mais próxima do seu destino final ou alguma outra.

#### 4.3.4. Resultados Obtidos

Nesta seção, serão discutidos os resultados obtidos e como os números se relacionam com a ideia deste projeto. Como canais de divulgação, foram utilizadas as redes sociais dos integrantes do grupo e de outras pessoas para veiculação da pesquisa.

1) Você utiliza veículo particular em suas viagens/locomoções diárias?

76 respostas

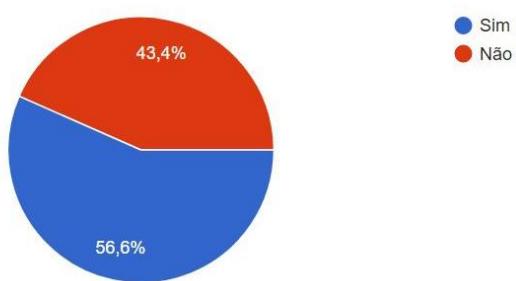


*Figura 17 - Pesquisa online, questão 1.*

Como foi descrito, durante a pesquisa fomos realizando através de uma lógica de “if else” filtros para chegarmos em nosso público alvo. Na primeira questão (Figura 17), as pessoas que não utilizavam veículo privado para o transporte diário saíram da pesquisa e receberam uma mensagem de agradecimento. Isso pode ser facilmente observado pelo fato de que o número de pessoas vai decaindo conforme se avança na pesquisa.

2) Existe algum metrô/estação de trem próximo(a) ao seu destino final diário?

53 respostas



*Figura 18 - Pesquisa online, questão 2.*

É muito importante saber, desde o início, se existe uma estação de metrô/trem próxima ao destino final dos passageiros (Figura 18) e qual é sua localização (Figura 19), uma vez que este estudo tem como alvo o transporte de última milha.

### 3) Qual é a estação de trem/metrô?

30 respostas



Figura 19 - Pesquisa online, questão 3.

### 4) O que te impede de usar metrô/trem?

30 respostas

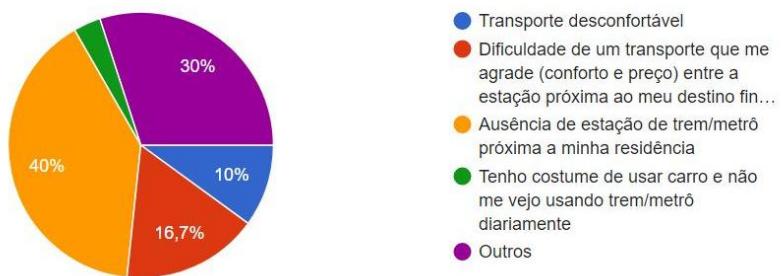


Figura 20 - Pesquisa online, questão 4.

Ao questionar os entrevistados sobre a razão que lhes impede de utilizar metrô/trem para deslocamentos diárias (Figura 20) nota-se um problema enfrentado por muitos paulistanos: a ausência de estações de metrô/trem próximas às residências. De fato, comparada com outras cidades importantes ao redor do mundo, percebemos que São Paulo possui uma extensão de linhas de metrô muito menor do que em outras cidades, como podemos observar na Figura 21.

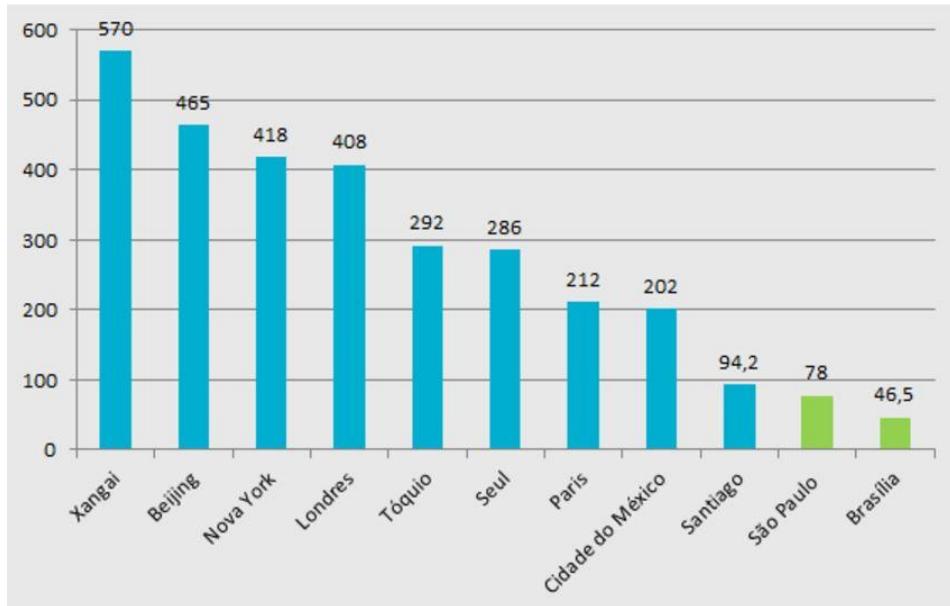


Figura 21 - Extensão de redes de metrô<sup>3</sup>.

Se levarmos em conta uma relação de extensão/área, a situação ficaria ainda pior, considerando o tamanho da cidade de São Paulo em comparação com outras como Londres e Paris.

#### 5) Você já usou transporte COMPARTILHADO por aplicativo? (Exemplo: Uber Pool)

30 respostas

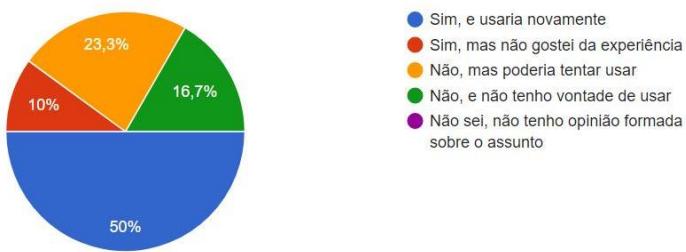


Figura 22 - Pesquisa online, questão 5.

A Figura 22 mostra que grande parte dos entrevistados já teve contato com algum serviço de transporte compartilhado. Esse público, apesar de não ser alvo principal desta pesquisa, é muito importante, uma vez que são pessoas que tenderiam a experimentar o serviço proposto neste trabalho e possivelmente migrariam para o mesmo em caso de encontrarem um maior valor agregado.

<sup>3</sup> Retirado de <http://www.mobilize.org.br/estatisticas/27/extensao-do-metro-nas-cidades-do-mundo-km.html> em 08 de junho de 2017

A partir da questão mostrada na Figura 23, podemos entender melhor os motivos que levam as pessoas que utilizam veículo particular a não utilizarem o transporte compartilhado. Essa informação é de extrema importância, uma vez que o serviço de transporte proposto precisa se diferenciar nestes aspectos. Caso contrário seria oferecido mais do mesmo, o que não é o objetivo deste projeto. Portanto, nesta etapa faz-se necessária uma análise mais profunda do que pode ser feito para que o serviço de transporte proposto não apresente os mesmos problemas apontados na pesquisa.

**6) Por que não usaria o transporte compartilhado? Marque uma ou mais opções determinantes para você não utilizá-lo, ou o que te faz ter dúvida em utilizá-lo.**

8 respostas

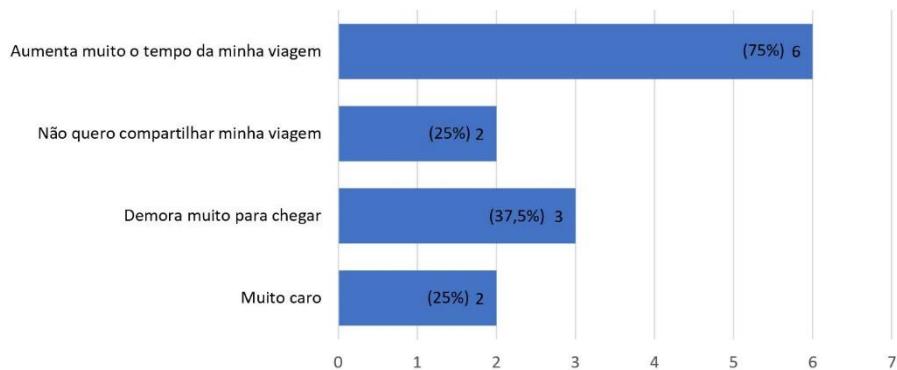


Figura 23 - Pesquisa online, questão 6.

- **Não quero compartilhar minha viagem:** esse é um público que preza, provavelmente, pela sensação de não dividir esse momento com outros, por diversos motivos particulares e que dificilmente podemos alterar. Trata-se de um público de difícil atração.
- **Muito caro:** o preço é um fator limitante para esse tipo de transporte. Esse é um público interessante de ser observado, pois o transporte de última milha compartilhado é capaz de diminuir o custo de uma viagem de táxi convencional. Os preços oferecidos são compatíveis com a realidade do mercado, algumas vezes até melhores que o dos ônibus, uma vez que nesse transporte os preços são calculados de modo que pessoas que desembaram perto ou longe pagam o mesmo. De modo geral, pessoas que percorrem curtas distâncias acabam pagando indiretamente pelas que percorrem longas distâncias. No caso do serviço proposto, todas as pessoas têm destinos finais próximos, o que caracteriza a ideia de transporte de última milha.

- **Demora muito para chegar:** o serviço de transporte proposto busca reduzir esse problema através da construção de uma baia no Largo da Batata, de modo que o táxi possa ter um local próprio para aguardar as pessoas, bem como as pessoas para aguardar seu táxi. Isso poderá reduzir o tempo de espera. Trata-se de um ponto de encontro definido, no qual as três pessoas envolvidas na viagem (taxista, e os dois passageiros) saberão aonde ir e aguardar.
- **Aumenta muito o tempo da minha viagem:** grande parte das pessoas respondeu essa alternativa. De fato, os transportes de compartilhamento atuais podem levar diferentes pessoas para locais muito distantes um do outro, o que aumenta o tempo de viagem e reduz a disposição das pessoas em utilizar esse tipo de transporte. No caso do serviço em estudo neste trabalho, esse tempo seria reduzido devido ao fato da zona de atuação ser reduzida. Essa é a principal estratégia para se criar uma inovação disruptiva nesse tipo de transporte, de modo a se atingir um público novo, o qual antes não podia usar este tipo de serviço por questão de tempo.

Partindo para uma análise quantitativa, das pessoas que não têm disposição em utilizar o serviço de compartilhamento, o presente projeto é capaz de atuar em 75% do público que hoje opta por não utilizar transporte compartilhado.

7) Caso você queira, responda as próximas 3 perguntas para conhecermos mais sobre você.

8 respostas



*Figura 24 - Pesquisa online, questão 7.*

### 8) Qual é o seu gênero?

8 respostas

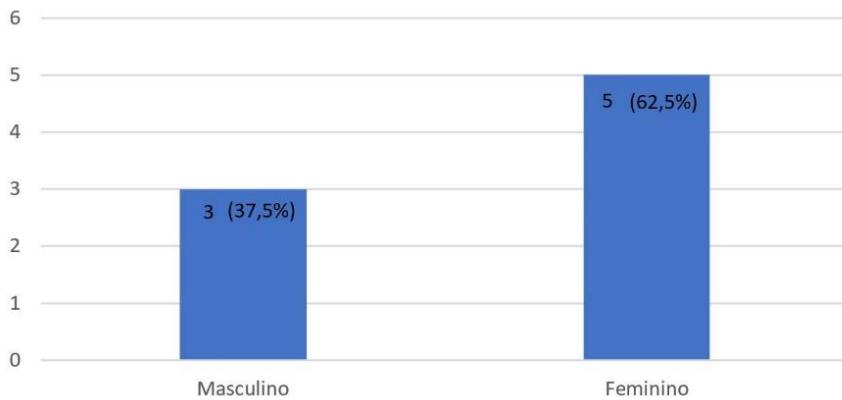


Figura 25 - Pesquisa online, questão 8.

### 9) Qual é a sua faixa etária?

8 respostas

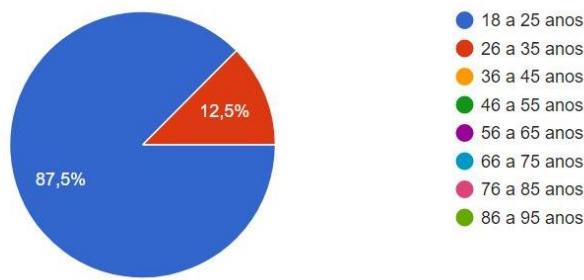


Figura 26 - Pesquisa online, questão 9.

### 10) Em qual bairro você mora?

8 respostas

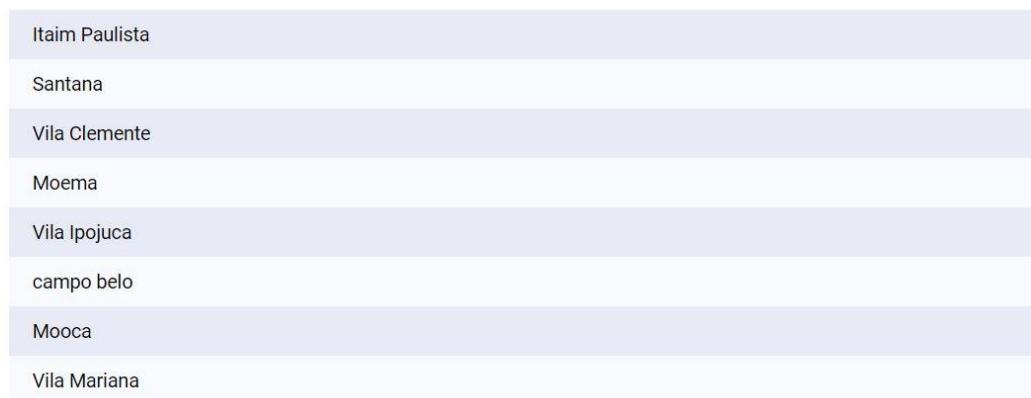
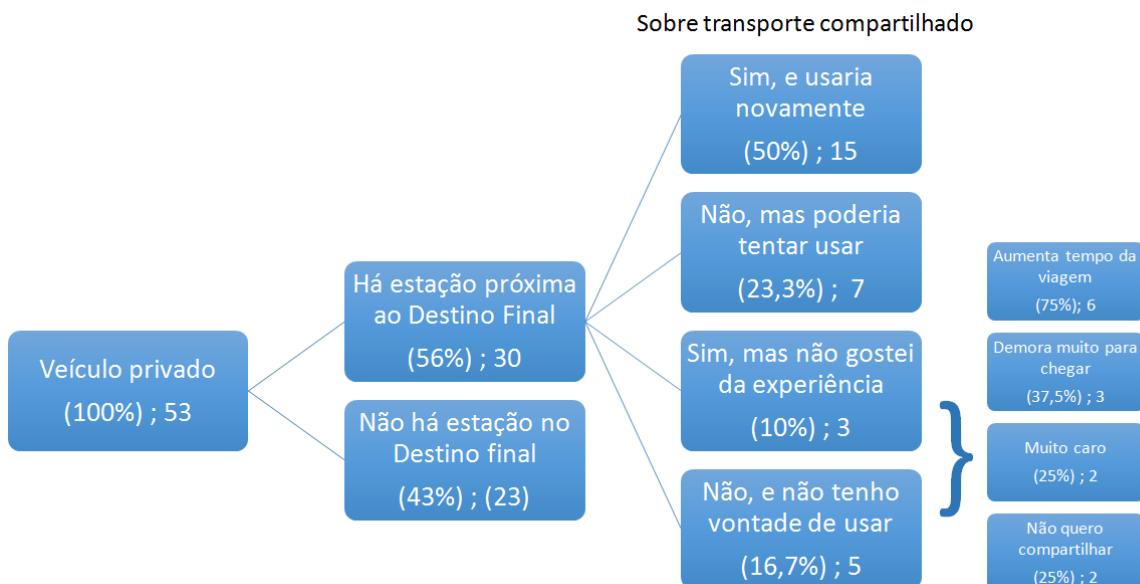


Figura 27 - Pesquisa online, questão 10.

As três últimas questões (Figura 25, 26 e 27) buscam analisar se gênero, idade e bairro são fatores discriminantes para utilização de transporte compartilhado.

O diagrama abaixo (Figura 28) apresenta resumidamente os resultados obtidos para a pesquisa online. É importante destacar que a realização da pesquisa online obteve poucas respostas, servindo apenas de informação adicional para a base do presente trabalho. Para obtenção de resultados mais conclusivos seria necessário a realização de um número bem superior de entrevistas online.



*Figura 28 - Diagrama de distribuição das respostas da pesquisa online realizada.*

## 5. ALGORITMO DE MATCHING

### 5.1. Introdução

#### 5.1.1. Objetivos

O objetivo do algoritmo desenvolvido é: dado quatro parâmetros de entrada no programa calcular a porcentagem de compartilhamento de viagens com origem fixa na Estação Faria Lima do Metrô e destinos escolhidos aleatoriamente. São pressupostos para facilitar o trabalho que o compartilhamento será de no máximo duas pessoas e a oferta de carros é sempre suficiente. Os quatro parâmetros de entrada são:

- Taxa de chegada de passageiros por hora ( $\lambda$ );
- Fator de simulação de tráfego, sendo 1 o valor da requisição feita na API do Google. ( $f^{tráf}$ );
- Máximo tempo de espera desejado em segundos ( $t^e$ );
- Máximo tempo de atraso na viagem em segundos ( $t^a$ ).

Para alcançar tal objetivo o desenvolvimento do aplicativo foi dividido em quatro grandes áreas. Uma etapa preliminar de escolha da linguagem de programação e definição das restrições. Uma segunda etapa de coleta e geração de dados para alimentar o algoritmo. Uma terceira etapa de construção do algoritmo. Uma última etapa de estudo dos resultados obtidos. Tais etapas estão divididas neste relatório como subitens deste capítulo de *matching*.

#### 5.1.2. Escolha da linguagem

Existem diversas linguagens de programação, em que é possível se desenvolver o aplicativo em questão, como C, C#, Java e Python. Quando comparadas, nota-se que a primeira linguagem é mais rápida e usa menos memória, enquanto que a última é mais flexível, possui várias livrarias prontas para pesquisa e possibilita um código com menos linhas. As duas restantes se encontram como um meio termo entre Python e C (Fourment, 2008).

Desta maneira, sabendo que nenhum dos autores possui vasta experiência de programação visa-se uma maior facilidade de desenvolvimento em detrimento de rapidez e uso de memória. Portanto, a linguagem Python foi escolhida para o desenvolvimento do

aplicativo em questão. A ferramenta de escrita do código a ser usado será o PyCharm por indicação.

### 5.1.3. Restrições

O primeiro passo para o desenvolvimento do algoritmo de *matching* deste trabalho é a escolha de quais parâmetros servem de restrição para o cálculo da porcentagem de compartilhamento. No trabalho de Alonso-Mora et. al. foram definidas várias restrições devido à maior complexidade do problema em questão. Para este trabalho de formatura, por se tratar de um problema simplificado, duas restrições serão suficientes.

A primeira restrição é o tempo de espera para embarque ( $t^e$ ). Este parâmetro já foi estudado neste trabalho como algo que afete a utilização do serviço de carros compartilhados. Apesar de ter se mostrado menos significante que o custo para utilização, seu coeficiente na função utilidade (vide capítulo 4 sobre pesquisa de preferência declarada (PD)) deu negativo, provando que quanto maior o  $t^e$  maior a insatisfação do usuário.

Por outro lado, também dos resultados da PD foi possível perceber que os efeitos negativos de um aumento tempo de espera podem ser mitigados por uma diminuição no custo do serviço. Por isso, serão também testados casos com tempos de espera mais elevados visando o aumento da porcentagem de compartilhamento. O tempo de espera será calculado da seguinte forma:

$$t^e = t_{pax2}^{chegada} - t_{pax1}^{chegada}$$

Ou seja, o tempo de espera de um passageiro 1 depende da chegada de um passageiro 2. Caso o passageiro 2 chegue depois do passageiro 1 o tempo de espera deste será a diferença destes tempos, enquanto que daquele será zero.

A segunda restrição é o tempo de atraso na viagem ( $t^a$ ). Sendo “O” a origem da viagem (que é fixa para os fins deste trabalho), “A” o destino do primeiro passageiro e “B” o destino de um segundo passageiro que pode compartilhar viagem com o primeiro, o tempo de atraso na viagem, considerando que o primeiro passageiro será deixado primeiro, é calculado da seguinte forma:

$$t^a = t_{OAB} - t_{OB}$$

Onde  $t_{OAB}$  é o tempo de viagem de “O” até “A” mais o tempo de “A” até “B” e  $t_{OB}$  é o tempo de viagem de O até B. Neste exemplo o  $t^a$  do primeiro passageiro foi zero, enquanto

que o t<sup>a</sup> do segundo passageiro é calculado pela fórmula acima. Outra forma de calcular o tempo de atraso do segundo passageiro é calculando o tempo de viagem entre “A” e “B”.

Estas duas restrições serão suficientes para o cálculo do *matching* como proposto neste trabalho. Com o intuito de estudar vários cenários possíveis o programa calculará o *matching* variando estas restrições em faixas de tempo que serão especificadas mais adiante.

## 5.2. Levantamento de Dados

### 5.2.1. Geração aleatória de informação

No trabalho de Alonso-Mora et. al (2016) para dados de entrada foram utilizados dados do banco de dados da cidade de Nova York com todas as corridas de táxi de uma semana aleatória. Esses dados continham informações como horário de embarque e desembarque dos passageiros, bem como suas origens e destinos.

Na cidade de São Paulo tais dados não estão disponíveis. O estudo mais recente que se parece com este de Nova York é um estudo de origem-destino do metrô da cidade realizado em 2007<sup>4</sup>. Não é possível utilizar estes dados neste trabalho visto que 10 anos atrás a estação em estudo ainda não estava em operação. Por este motivo os dados serão gerados aleatoriamente.

Neste trabalho dois parâmetros serão gerados aleatoriamente, são estes: os horários de chegada dos usuários e o seu destino. Para o sorteio será utilizado uma distribuição Markoviana dada pela seguinte função:

$$x = -\frac{1}{\lambda} \ln(1 - Y)$$

Onde:

- x é o número aleatório a ser criado;
- $\lambda$  é a demanda em passageiros por hora;
- Y é um número aleatório entre 0 e 1.

Primeiramente é sorteado o horário de chegada dos usuários pela função “randomize\_time” com parâmetros de entrada sendo: a demanda (passageiros por hora), um horário de início (horas) da simulação e um horário de término (horas) da simulação. A

---

<sup>4</sup> Pesquisa disponível em <http://www.metro.sp.gov.br/metro/numeros-pesquisa/pesquisa-origem-destino-2007.aspx>

resposta desta função é um vetor com horários em segundos aleatórios, ordenados em ordem crescente dentro das fronteiras delimitadas. Para tal resultado faz-se com que o parâmetro “x” criado seja um intervalo de tempo, ou seja, o primeiro valor do vetor será o horário de início, o segundo será o anterior mais um intervalo aleatório e assim por diante até que se chegue em um número maior que o parâmetro de horário de término. Este último número é então excluído para que todos os valores estejam dentro do intervalo. A Figura 29 a seguir mostra um exemplo de resultado obtido por esta função.

```
C:\Users\HP\AppData\Local\Programs\
[120, 127.0, 138.0, 169.0, 176.0, 0
Process finished with exit code 0
```

*Figura 29 - Parâmetros de entrada usados: demanda = 5 pxs/hr, inicio = 02:00, termino = 03:00. O programa retornou 5 usuários chegando na estação nos horários 02:00; 02:07; 02:18; 02:49; 02:56.*

Retirando-se os valores nulos do vetor sabemos quantos passageiros chegaram na estação e em que momento. O próximo passo é atribuir um destino a cada um desses passageiros. Para isso serão utilizados 169 pontos de interesses escolhidos pelo grupo na região. A escolha destes pontos será mais detalhada no próximo item.

Para o sorteio do destino será utilizada a função “random” que já se encontra na biblioteca do Python, visando uma escolha de ponto de interesse, onde todos têm um mesmo peso. As limitações agora serão o número de passageiros que chegaram ( dado pela distribuição aleatória de horários de chegada) e a quantidade de destinos no banco de dados. A função criada denomina-se “randomize\_destiny” e tem como parâmetros de entrada a demanda em passageiros/hora e a quantidade de pontos de interesse.

A Figura 30 ilustra um resultado possível, usando-se os mesmos dados de entrada para a função de horário de chegada aleatória e dados de entrada para o destino, sendo 5 passageiros por hora e 100 dados no banco de dados. Para melhor entendimento pode-se visualizar a Tabela 7.

```
C:\Users\HP\AppData\Local\Programs\Python\Python
[120, 154.0, 158.0, 159.0, 160.0, 174.0, 177.0,
[44.0, 8.0, 26.0, 36.0, 73.0, 9.0, 17.0]
```

*Figura 30 - Resultado do sorteio de horários de chegada e destino.*

*Tabela 7 - Resumo do resultado mostrado na Figura 30.*

Usuário	Horário de Chegada	ID do Destino
1	02:00	44
2	02:34	8
3	02:38	26
4	02:39	36
5	02:40	73
6	02:54	9
7	02:57	17

O ID do destino visto na tabela e imagem anterior trazem as informações do destino relacionado, sendo elas: a distância até a estação Faria Lima, o tempo de viagem, a latitude e longitude do ponto escolhido e o endereço escolhido. Alguns exemplos podem ser vistos na seguinte figura (Figura 31), extraída do programa desenvolvido.

```

10,1.477,5.7166666666666667,-23.5597984,-46.681234,R. Teodoro Sampaio 1222 - Pinheiros São Paulo - SP
11,1.653,6.4833333333333333,-23.5611244,-46.6802971,Rua Henrique Schaumann 431 - Pinheiros São Paulo - SP
12,1.774,7.25,-23.5620387,-46.6796421,Rua Henrique Schaumann 311 - Pinheiros São Paulo - SP
13,1.901,7.566666666666666,-23.5629984,-46.6789633,Rua Henrique Schaumann 203 - Pinheiros São Paulo - SP
14,2.428,9.6333333333333333,-23.5635584,-46.6783156,Rua Henrique Schaumann 80 - Pinheiros São Paulo - SP
15,1.956,8.683333333333334,-23.565723,-46.6768845,Alameda Gabriel Monteiro da Silva 525 - Jardim América São Paulo - SP
16,2.065,8.9,-23.5662695,-46.6755795,Av. Brasil 1967 - Jardim América São Paulo - SP
17,2.195,9.183333333333334,-23.5670223,-46.6746115,Av. Brasil 1891-1921 - Jardim América São Paulo - SP

```

*Figura 31 - Alguns exemplos de ID's detalhados utilizados no programa.*

### 5.2.2. Escolha de pontos de interesse

Com o intuito de facilitar a escolha aleatória de destinos, os pontos de interesse dentro da área de estudo foram escolhidos manualmente e marcados com uma estrela no mapa do Google Maps, visto na Figura 32 a seguir.



Figura 32 - Pontos de interesse escolhidos na região próxima à estação Faria Lima.

A escolha dos pontos começou com a delimitação de uma área com suas fronteiras em ruas conhecidas e com um volume maior de tráfego. São elas, no sentido horário partindo da estação de metrô (circulada na imagem): Rua Teodoro Sampaio, Rua Henrique Schaumann, Avenida Brasil, Avenida Nove de Julho, Avenida São Gabriel, Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, Rua Hungria, Avenida das Nações Unidas e Rua Paes Leme.

Delimitada a fronteira, os pontos foram escolhidos aleatoriamente dentro da região. Foi dada uma maior importância para as avenidas com maior volume de tráfego e demanda de viagens, como a Avenida Brigadeiro Faria Lima, Avenida Europa e Avenida Presidente Juscelino Kubitschek, por exemplo. Ou seja, existe uma quantidade maior de pontos nestas avenidas em relação às áreas mais interiores da região escolhida, como pode ser notado na figura. No total foram escolhidos 169 pontos.

Cada endereço escolhido foi salvo em um arquivo para determinação dos parâmetros relacionados ao ID deste endereço, como na Figura 31. Para tal tarefa foi utilizada uma API do Google Maps, como será explicado no próximo item.

### 5.2.3. Utilização da API do Google

Uma Interface de Programação de Aplicativos (API do inglês) é “um conjunto de rotinas e padrões de programação para acesso a um aplicativo de software ou plataforma baseado na Web.”<sup>5</sup> (CanalTech, 2017)

O problema de utilização desta API é que as pesquisas diárias são limitadas por usuário, o que impossibilitaria o seu uso para teste de viagens, já que o número de solicitações desta forma seria muito grande. A solução deste problema é a escolha de pontos de interesse e armazenamento das informações coletadas pela API. Foram feitas pesquisas diárias que determinaram os parâmetros de cada ponto de interesse escolhido. No Anexo A pode-se ver um exemplo de resposta da API do Google Maps.

A Figura 31 é o resultado da primeira rodada de requisições à API do Google Maps. Com isso, temos todos os tempos de viagem da origem fixa até o destino pesquisado. Porém, também é necessário calcular os tempos de viagem entre os destinos, para o cálculo dos tempos de atraso apresentado no item 5.1.3.

O número de requisições para se obter todas as combinações possíveis (28.561, no total) superava o número de requisições permitidas diariamente de forma gratuita. É importante destacar que o tempo de viagem de um destino A para o B não é o mesmo que o tempo de viagem de B para A, devido às direções de tráfego nas vias. Isso fez com que não fosse possível replicar dados. Para otimizar esse processo cada integrante do grupo criou uma chave para que fosse possível aumentar o número de requisições feitas em um dia.

A informação coletada nestas requisições foi apenas o tempo de viagem e o arquivo que armazena essas informações foi chamado de “Matriz de Tempo”.

## 5.3. Cálculo de Matching

### 5.3.1. Definição de Custo

Agora que todas as informações necessárias foram coletadas, a única etapa antes de verificar o *matching* das viagens e encontrar a melhor distribuição possível dos passageiros que chegaram na estação é o cálculo dos custos para os passageiros de compartilhar viagens. Esse custo foi calculado em atrasos globais na viagem do passageiro, expressos e delimitados pelas restrições de tempo de espera e tempo de atraso (explicadas no começo deste capítulo).

---

<sup>5</sup> Retirado de <https://canaltech.com.br/o-que-e/software/o-que-e-api/> em 10 de junho de 2017

Dentro do campo de estudo deste trabalho existem dois custos a serem considerados, relacionados às restrições:

- **Custo de espera:** o tempo de espera do passageiro, pode variar de zero até o máximo valor atribuído;
- **Custo de atraso na viagem:** tempo de atraso na viagem do passageiro, pode variar de zero até o máximo atribuído.

A partir destes dois custos, o **custo total** de um passageiro pode se encaixar em uma de quatro situações:

- Custo zero: o passageiro não compartilha a viagem, ou chega em segundo e desembarca no destino primeiro, completando a viagem com o tempo ótimo;
- Somente custo de espera: o passageiro tem que esperar o seu match para embarcar, mas será deixado primeiro no percurso;
- Somente custo de atraso na viagem: o passageiro é o segundo a chegar, mas é deixado depois;
- Ambos os custos: o passageiro chega primeiro e é deixado por último.

### *5.3.2. Match por tempo de espera*

Para determinarmos se dois passageiros são um match é necessário testar as duas restrições impostas na simulação: tempo de espera e de atraso na viagem. A primeira a ser testada é o tempo de espera.

O match por tempo de espera acontece quando os dois passageiros esperam menos que o tempo máximo de espera para embarcar. Para testar essa condição o programa calcula todas as combinações de tempo de espera para todos os passageiros e retorna o custo de espera para este match. Caso o custo seja maior que o máximo imposto o programa atribui um valor muito alto para esta combinação, com o intuito de inviabilizar o match.

Foi desenvolvida uma função que tem como entrada a população, cada um dos seus tempos de chegada e o máximo tempo de espera desta simulação. Ela retorna uma matriz com todos os custos de espera da população.

### *5.3.3. Match por tempo de atraso na viagem*

A segunda restrição que é testada é o tempo de atraso. Esta ordem é importante, visto que neste *matching* o programa lê a Matriz de Tempo (vide 5.2.3), que é um arquivo extenso e

prejudica a velocidade de execução do código. Calculando o match por tempo de atraso na viagem depois é possível já atribuir valores altos de custo de atraso na viagem para os casos em que o *matching* de tempo de espera já não foi possível, diminuindo bastante o número de vezes que o programa lê a Matriz de Tempo.

Para a construção de uma matriz com os custos de atraso na viagem o programa verifica, para dois passageiros (1 e 2) com destinos A e B respectivamente, qual o trajeto que tem menor tempo de atraso (O-A-B ou O-B-A), comparando os dois trajetos com as viagens sozinhas dos passageiros. Caso os dois tempos de atraso na viagem respeitem o máximo atribuído na simulação o programa retorna o custo de atraso na viagem, diferente de zero, do passageiro que vai ser deixado depois e zero para o passageiro que foi deixado antes. Caso um dos atrasos não respeite o máximo, o programa retorna um custo muito alto.

A matriz de custo de atraso na viagem não estará totalmente correta, devido à simplificação feita para melhorar o desempenho. Ou seja, o programa pode retornar um valor alto para um caso em que o *matching* por atraso na viagem fosse possível, mas como esses valores só são atribuídos aos pares que não respeitam a condição de tempo de espera, o *matching* global já não seria possível, logo, essa simplificação não prejudica a solução final da simulação.

#### *5.3.4. Custo total*

Após a construção das matrizes de custo de tempo de espera e de custo de tempo de viagem, é necessário somá-las para se obter o custo total. Essa operação não é tão simples, pois nas matrizes de tempo de espera e de atraso na viagem existem alguns custos negativos, oriundos da forma como foram construídas.

Para corrigir tal problema foi criada uma função que testa as possibilidades e corrige os negativos, criando uma **Matriz de Custos**, com todos os custos globais de compartilhamento, sendo que uma célula (*i*, *j*) significa o custo que o passageiro *i* terá se compartilhar uma viagem com o passageiro *j*. Na Tabela 8 a seguir temos um exemplo de possível retorno do programa para 4 passageiros.

Tabela 8 - Simulação para fins de exemplo (não se trata de caso real e não foram abordadas todas as combinações).

Compartilhamento	Custo de espera	Custo de atraso na viagem		Custo Total
		Real	Retorno do Programa	
<b>1 com 2</b>	3 min	2 min	2 min	5 min
<b>1 com 3</b>	5 min	valor alto	valor alto	valor alto
<b>2 com 1</b>	- 3 min	- 2 min	- 2 min	0 min
<b>2 com 3</b>	- 4 min	3 min	3 min	3 min
<b>1 com 4</b>	valor alto	2 min	valor alto	valor alto
<b>2 com 4</b>	valor alto	valor alto	valor alto	valor alto
<b>3 com 3</b>	valor alto	valor alto	valor alto	valor alto

### 5.3.5. Programação linear

Com a Matriz de Custos pronta já temos todos os possíveis match para a população da simulação. O último passo é encontrar o *matching* ótimo, ou seja, aquele com o menor custo global. Para isso foi usado o método de programação linear. Porém é difícil escrever um código de resolução por programação linear que tenha performance aceitável. Por este motivo foi usada a biblioteca para Python do Gurobi<sup>6</sup>.

Para resolver um problema utilizando esta biblioteca é necessário criar as variáveis que irão mudar de valor até que a solução ótima seja atingida; projetar um objetivo, como minimizar ou maximizar algum valor; e adicionar as restrições necessárias para que o modelo possa convergir para a solução ótima.

A variável escolhida foi uma matriz de zeros e uns (chamada de  $\mathbf{X}$ ) onde 0 significa que o passageiro  $i$  não compartilhou a viagem com o passageiro  $j$  e 1 significa que  $i$  compartilhou com  $j$ . A matriz teria o número de linhas igual ao de colunas e igual à população da simulação. O objetivo do modelo foi colocado como minimizar a multiplicação da matriz variável pela matriz de custo construída anteriormente. Por fim, as restrições impostas foram:

- A soma dos valores de uma linha de  $\mathbf{X}$  deve ser igual a 1 (ou seja, um  $i$  só compartilhará com um  $j$ );
- A soma dos valores de uma coluna de  $\mathbf{X}$  deve ser igual a 1 (ou seja, um  $j$  só compartilhará com um  $i$ );
- $\mathbf{X}$  deve ser simétrica pela diagonal principal (ou seja,  $X_{ij} = X_{ji}$ ).

---

<sup>6</sup> Site para download e mais informações: <http://www.gurobi.com/>

As duas primeiras restrições garantem que cada passageiro só compartilhará a viagem com mais uma pessoa, enquanto que a terceira garante que se o passageiro i compartilhar com o passageiro j, então o passageiro j irá compartilhar com o passageiro i. Matematicamente as expressões são:

$$\sum_i X_{ij} = 1 \quad \forall j$$

$$\sum_j X_{ij} = 1 \quad \forall i$$

$$X_{ij} \geq 0$$

$$X_{ij} = X_{ji}$$

$$Objetivo: \min \sum_i \sum_j C_{ij} * X_{ij}, \quad \text{onde } C \text{ é matriz de custo}$$

Isso finaliza a parte de desenvolvimento do software de cálculo de *matching*. Agora é possível extrair resultados e estudá-los, o que foi feito no próximo item deste capítulo. As Figura 33 a 35 a seguir são capturas de tela do código *main* do aplicativo e alguns exemplos de resposta do programa respectivamente.

```

>from Matching.DelayMatch import build_delay_matrix
>from Matching.WaitMatch import build_wait_matrix
>from Randomize.Destiny import randomize_destiny
>from Randomize.Time import randomize_time
>from Requests.FindID import find_id
>from Matching.Cost import set_cost_matrix
>from Gurobi.optimize import op_taxis
>from Restrictions.Restrictions import set_trafic_factor

# Input de dados para rodar o modelo:
run_paxhr = int(input("Qual a taxa de chegada desejada? <pax/hr>: "))
run_time = int(input("Deseja que o programa simule o compartilhamento em qual espaço de tempo? <valor em horas>: "))
traffic = input("Deseja rodar programa com tráfego? <y,n>: ")
traffic_factor = set_trafic_factor(traffic)

# Calculando horários de chegada e destino aleatoriamente:

arrive_time = randomize_time(run_paxhr, 1, run_time*60*60)
destiny = randomize_destiny(arrive_time, 169)

# Calculando o tamanho da população e recuperando a distância
# e tempo relativos a um ID (para questões de checagem de
# código:

pop = len(destiny)
dist = [0.0] * pop
time = [0.0] * pop
find_id("dist", dist, destiny, pop)
find_id("time", time, destiny, pop)

# Cálculo de Matching:

wait_match = build_wait_matrix(pop, arrive_time)
delay_match = build_delay_matrix(destiny, pop, wait_match, traffic_factor)
cost_matrix = set_cost_matrix(pop, wait_match, delay_match)
matching = op_taxis(pop, cost_matrix)

```

Figura 33 - Captura de tela do código "Main".

```

-- 
Qual a restrição para tempo de espera? <em minutos>: 5
Qual a restrição para tempo de atraso? <em minutos>: 5
Qual a taxa de chegada desejada? <pax/hr>: 70
Deseja que o programa simule o compartilhamento em qual espaço de tempo? <valor em horas>: 1
Deseja rodar programa com tráfego? <y,n>: n

```

Figura 34 - Captura de tela dos dados de entrada do programa.

```

Quantidade de passageiros a utilizar o serviço: 73
Quantidade total de viagens realizadas: 37.0
Quantidade total de viagens compartilhadas: 36.0
Porcentagem de viagens compartilhadas: 97.2972972972973%
Custo Total: 100006053
Process finished with exit code 0

```

Figura 35 - Captura de tela da resposta do programa.

## 5.4.Estud o dos Resultados

### 5.4.1. Construção de testes para análise

Uma vez concluído o algoritmo de *matching*, para a obtenção dos resultados das simulações foi desenvolvido um trecho de código em linguagem Python que permitiu o processamento contínuo de resultados a partir dos seguintes parâmetros de entrada: tempo de espera máximo, tempo de atraso máximo, número de passageiros solicitando o serviço, intervalo de tempo de análise, condição de tráfego e número de simulações do algoritmo para cada combinação dos parâmetros anteriores. Dessa forma, o algoritmo pôde ser testado milhares de vezes com diferentes combinações de parâmetros de entrada, garantindo uma elevada quantidade de dados para análise e uma maior precisão nos resultados.

Os parâmetros de saída gerados pelo algoritmo foram: taxa horária real de chegadas, número de viagens realizadas, número de viagens compartilhadas, porcentagem de compartilhamento de viagens e custo total, conforme Tabela 9 abaixo.

*Tabela 9 - Parâmetros de entrada e saída do algoritmo de matching.*

Parâmetros de entrada	Parâmetros de saída
Tempo de espera máximo (min)	Taxa horária real de chegadas (pax/hora)
Tempo de atraso máximo (min)	Número total de viagens realizadas
Número de passageiros	Número total de viagens compartilhadas
Intervalo de tempo de análise (h)	Porcentagem de compartilhamento de viagens
Condição de tráfego	Custo total
Número de simulações para cada combinação de parâmetros de entrada	

O parâmetro tempo de espera representa o limite máximo de tempo que um usuário do sistema de veículos compartilhados aguardará para embarcar no veículo ao qual foi designado. O parâmetro tempo de atraso representa o limite máximo de tempo que um usuário já embarcado no veículo poderá ter de acréscimo em seu trajeto para que o outro passageiro que compartilha o veículo seja levado primeiramente ao seu destino.

O intervalo de tempo de análise é a variável de entrada utilizada para definir durante quantas horas a chegada de passageiros ao sistema de veículos compartilhados será simulada. O número de simulações necessárias representa quantas vezes o algoritmo será solicitado para

determinada combinação de parâmetros de entrada definida pelo usuário do programa. Quanto maior esse número, maior será a precisão da média de compartilhamento de viagens.

A condição de tráfego foi um parâmetro de entrada incluído na análise com o objetivo de se estudar o impacto causado por condições de tráfego que se distanciam dos tempos médios de percurso fornecidos pela API do Google Maps. Desta forma, para efeito de análise, foi definido um aumento de 50% no tempo de percurso entre quaisquer dois pontos dentro da região de estudo. Todos os tempos de atraso fornecidos através das requisições da API do Google Maps foram multiplicados por um fator igual a 1,5.

Como explicado anteriormente nesse trabalho, para a determinação dos horários de chegada dos passageiros ao serviço de veículos compartilhados foi utilizada a distribuição Markoviana, que garantiu maior aleatoriedade aos dados gerados. Entretanto, a utilização dessa distribuição ocasiona uma diferença entre o parâmetro de entrada número de passageiros definido pelo usuário do programa e o número real de passageiros gerado pelo algoritmo. Por essa razão, optou-se pela apresentação dos dois parâmetros nos resultados do algoritmo.

Os parâmetros número de viagens realizadas, número de viagens compartilhadas, porcentagem de compartilhamento e custo total são calculados pelo algoritmo de otimização Gurobi contido dentro do algoritmo de *matching*.

#### *5.4.2. Definição dos parâmetros de entrada*

Para a definição dos parâmetros de entrada do programa, levou-se em consideração a área de estudo e o tempo médio de deslocamento por veículo entre a estação Faria Lima do metrô e alguns pontos selecionados dentro da região. Sendo esse tempo de aproximadamente 20 minutos, considerou-se razoável um acréscimo máximo de 50% no tempo de viagem devido ao compartilhamento do veículo. Além disso, por tratar-se de uma área de estudo de dimensões reduzidas, cuja proposta é o transporte de última milha na região da Av. Faria Lima, as viagens agrupadas pelo algoritmo de *matching* tendem a ter como destinos pontos relativamente próximos, reduzindo o tempo extra de deslocamento. Desta forma, optou-se por realizar simulações com tempos de atraso entre 1 e 10 minutos, variando de 1 em 1 minuto.

A determinação das faixas de tempos de espera para embarque teve como referência os valores de tempo utilizados na pesquisa de preferência declarada durante a primeira fase desse trabalho. Nessa ocasião, foram utilizados como valores de referência para as entrevistas

os tempos 3, 5 e 7 minutos. Novamente, é razoável admitir que em um serviço que pretende transportar passageiros em trajetos curtos com duração média de 20 minutos, o tempo de espera para embarque não deve ser superior a 10 minutos, o que reduziria muito a atratividade do sistema. Por isso, o intervalo dos tempos de espera utilizado foi de 1 a 10 minutos, variando de 1 em 1 minuto.

O número de chegadas de passageiros foi determinado a partir de testes preliminares do algoritmo. Para diferentes combinações de tempos de espera e atraso, foram simuladas taxas horárias de chegada que permitissem aproximar as porcentagens de compartilhamento de viagens de 100%. Após os testes, concluiu-se que a variação da taxa horária de chegadas seria de 5 pax/hora a 100 pax/hora para tempos de atraso de 1 a 5 minutos e de 5 pax/hora a 70 pax/hora para tempos de atraso de 6 a 10 minutos, ambas variando de 5 em 5 pax/hora. Em todas as simulações realizadas, o intervalo de tempo de análise utilizado foi de 1 hora, ou seja, todas as chegadas de passageiros demandadas ocorreriam em um período de uma hora, com horários determinados pela distribuição Markoviana. Apesar de não ideal, o valor de 1 hora foi utilizado por limitações de processamento computacional.

Ao todo foram realizadas 105.600 simulações de compartilhamento pelo algoritmo. Em metade desses casos, o algoritmo baseou-se nos tempos de deslocamento fornecidos pela API do Google Maps, na outra metade foi aplicado um fator multiplicador de 1,5 nos tempos de deslocamento na região de estudo. A Tabela 10 abaixo resume todas as combinações de parâmetros de entrada testadas pelo algoritmo.

*Tabela 10 - Parâmetros de entrada testados pelo algoritmo.*

<b>Tempo de espera (min)</b>	<b>Tempo de atraso (min) (variação de 1 em 1 min)</b>	<b>Taxa de chegada (pax/hora) (variação de 5 em 5min)</b>
<b>1</b>	1 a 10	5 a 100
<b>2</b>	1 a 10	5 a 100
<b>3</b>	1 a 10	5 a 100
<b>4</b>	1 a 10	5 a 100
<b>5</b>	1 a 10	5 a 100
<b>6</b>	1 a 10	5 a 70
<b>7</b>	1 a 10	5 a 70
<b>8</b>	1 a 10	5 a 70
<b>9</b>	1 a 10	5 a 70
<b>10</b>	1 a 10	5 a 70

### *5.4.3. Análise dos parâmetros de saída*

Os resultados gerados pelo algoritmo de *matching* desenvolvido em linguagem Python foram registrados em um arquivo no formato csv que, por sua vez, foi exportado para o software Microsoft Excel. Foi então possível agrupar os dados das simulações de acordo com os parâmetros de entrada solicitados utilizando-se a ferramenta de tabela dinâmica.

Para cada combinação de tempo de espera, tempo de atraso e taxa real de chegadas foi calculada a média das porcentagens de compartilhamento. Como explicado anteriormente, a utilização da distribuição Markoviana nos horários de chegada de passageiros ocasiona uma diferença entre o número de chegadas solicitado e o número real de chegadas retornado pelo algoritmo. Calcular a média de compartilhamentos baseando-se no parâmetro de entrada número de chegadas ocasionaria considerável erro na análise, uma vez que quantidades muito diferentes de passageiros solicitando o serviço seriam consideradas para o cálculo da mesma média. A solução encontrada para minimizar esse problema foi agrupar a taxa real de chegadas retornada pelo programa em intervalos. Por exemplo, todos os resultados reais de 3 a 7 pax/hora foram agrupados ao redor da taxa 5 pax/hora, todos os resultados entre 8 e 12 pax/hora foram agrupados ao redor da taxa 10 pax/hora, e assim por diante.

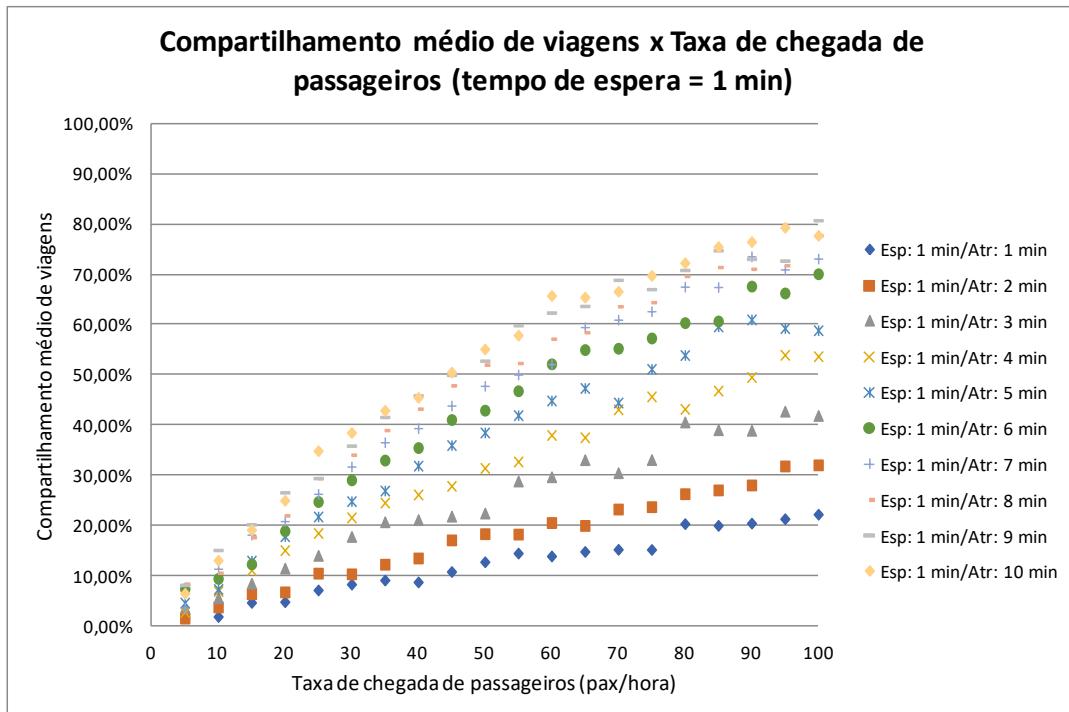
Analizando os resultados do programa foi possível observar a grande variação das porcentagens de compartilhamento para valores baixos de taxa de chegadas de passageiros. Isso pode ser explicado pelo fato dos destinos dos passageiros terem sido sorteados dentre 169 pontos na área de estudo. Para taxas baixas de chegada existem muitas formas de distribuir esses poucos passageiros dentro da área de estudo e em muitos casos o compartilhamento acaba não sendo viável. Nesse caso, as porcentagens de compartilhamento podem variar muito entre si. Por outro lado, para taxas mais altas de chegada, os pontos de destino encontram-se distribuídos mais uniformemente na área de estudo e o compartilhamento é facilitado pela maior quantidade de passageiros. A observação de tal fato justifica a grande quantidade de simulações repetidas para uma mesma combinação de parâmetros de entrada, de maneira a se buscar um valor médio mais representativo da situação estudada.

### *5.4.4. Resultados do algoritmo de matching*

Com os dados agrupados de acordo com os parâmetros de entrada foram elaborados gráficos da porcentagem de compartilhamento em função da taxa de chegada de passageiros para cada uma das combinações das restrições de tempo de espera (1 a 10 min) e tempo de atraso (1 a 10 min). Os gráficos apresentados abaixo (Figura 36 a Figura 45) são baseados no

tempo médio de percurso fornecido pela API do Google Maps. Mantendo-se o tempo de espera constante, traçou-se as curvas representativas dos tempos de atraso 1 a 10 min.

O objetivo dos gráficos abaixo é demonstrar como as restrições de tempo de espera e atraso dos usuários do serviço de veículo compartilhado, bem como a taxa de chegadas, afetam a porcentagem média de compartilhamento de viagens. Essa informação é essencial na análise de viabilidade de implantação do serviço na região de estudo.



*Figura 36 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 1 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.*

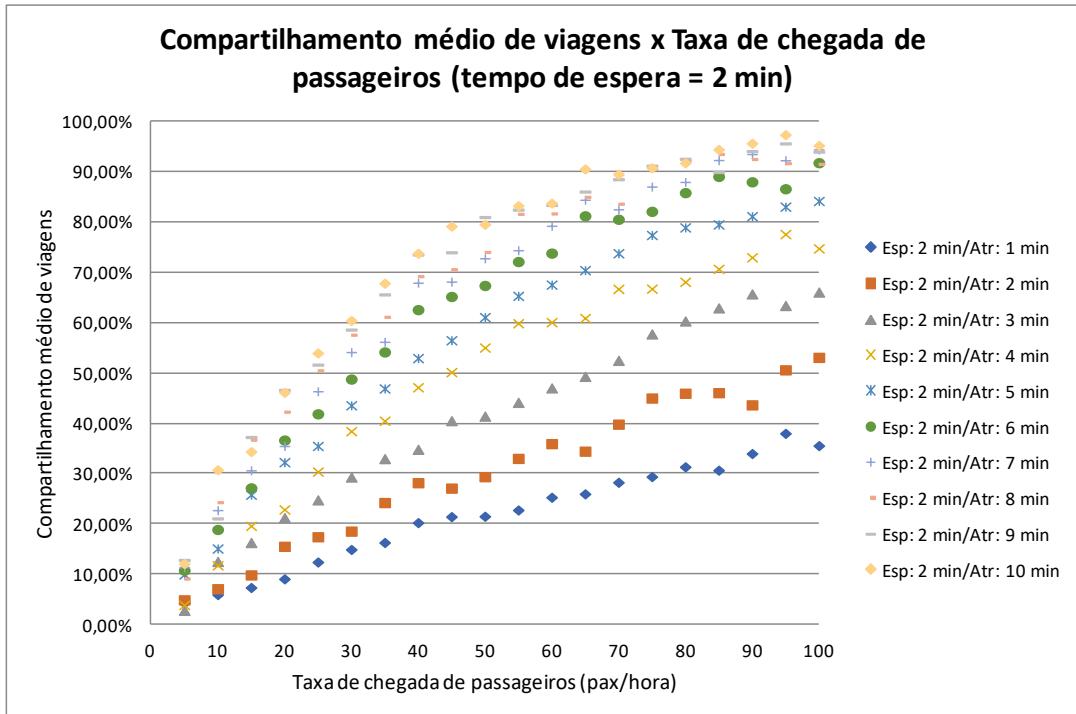


Figura 37 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 2 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.

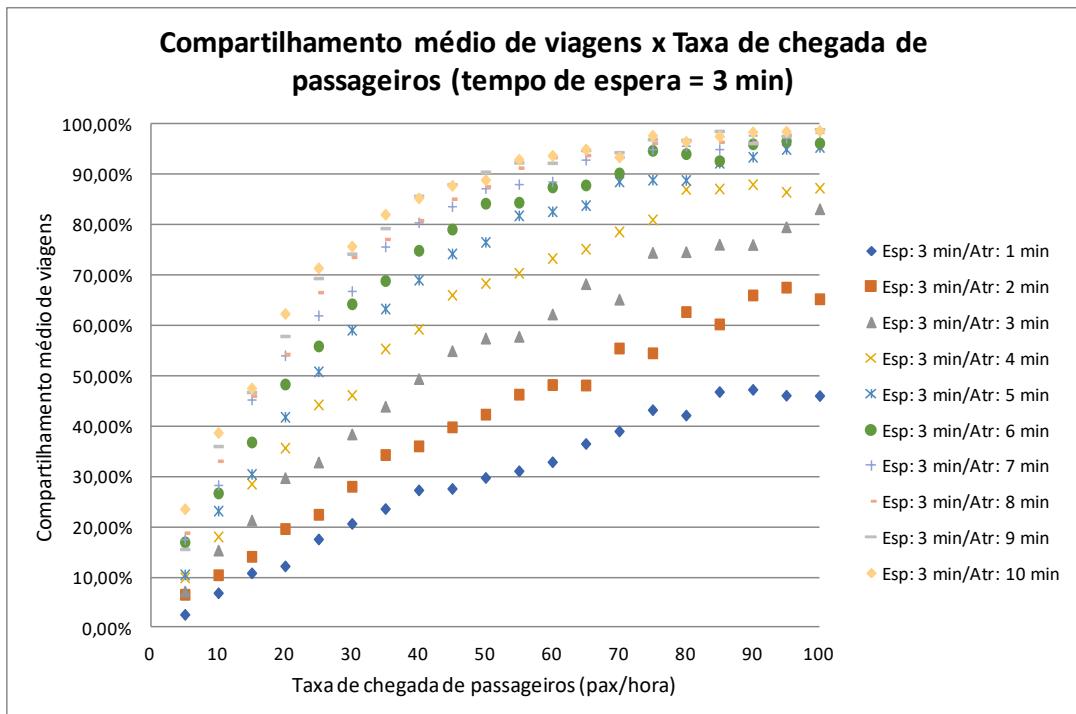


Figura 38 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 3 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.

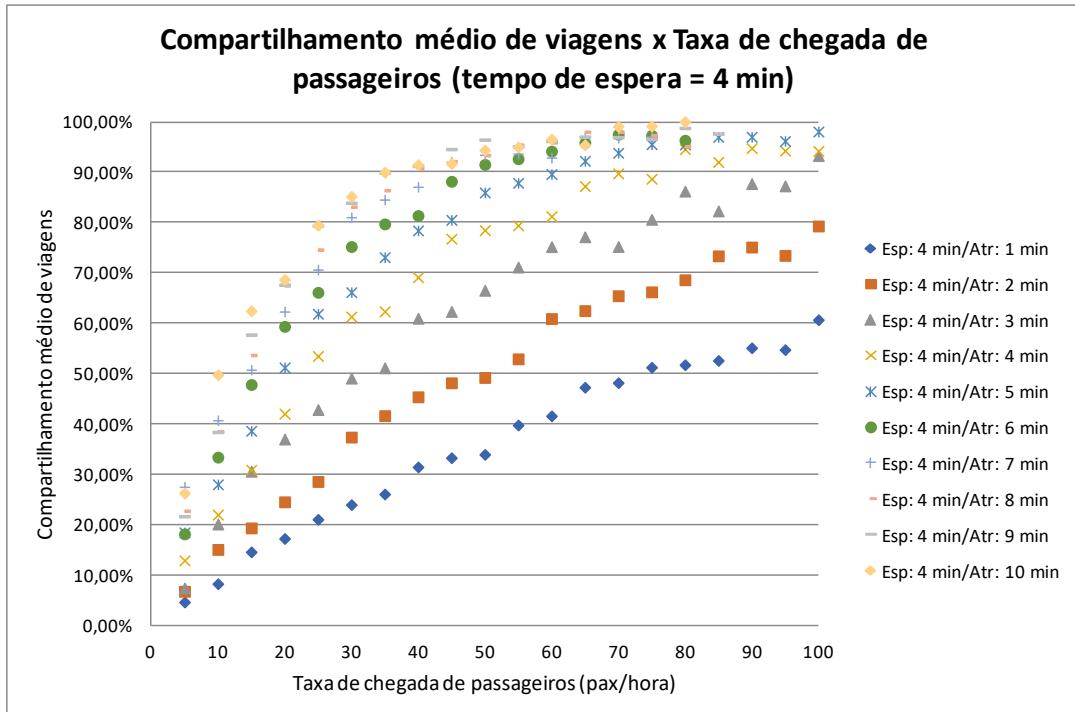


Figura 39 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 4 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.

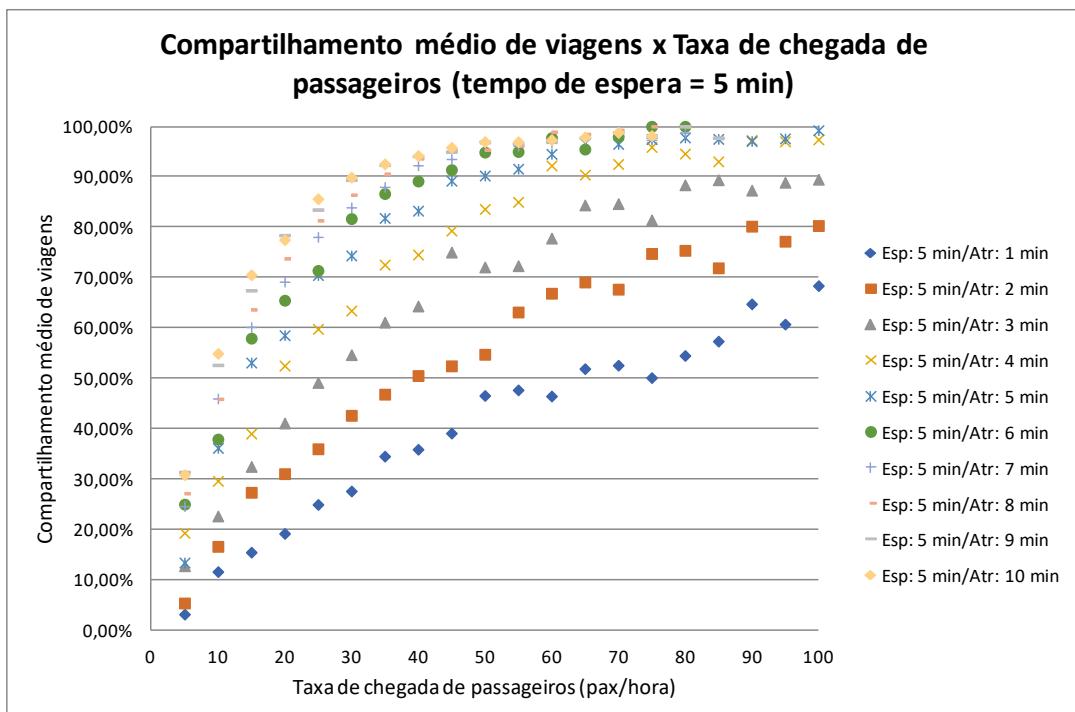


Figura 40 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 5 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.

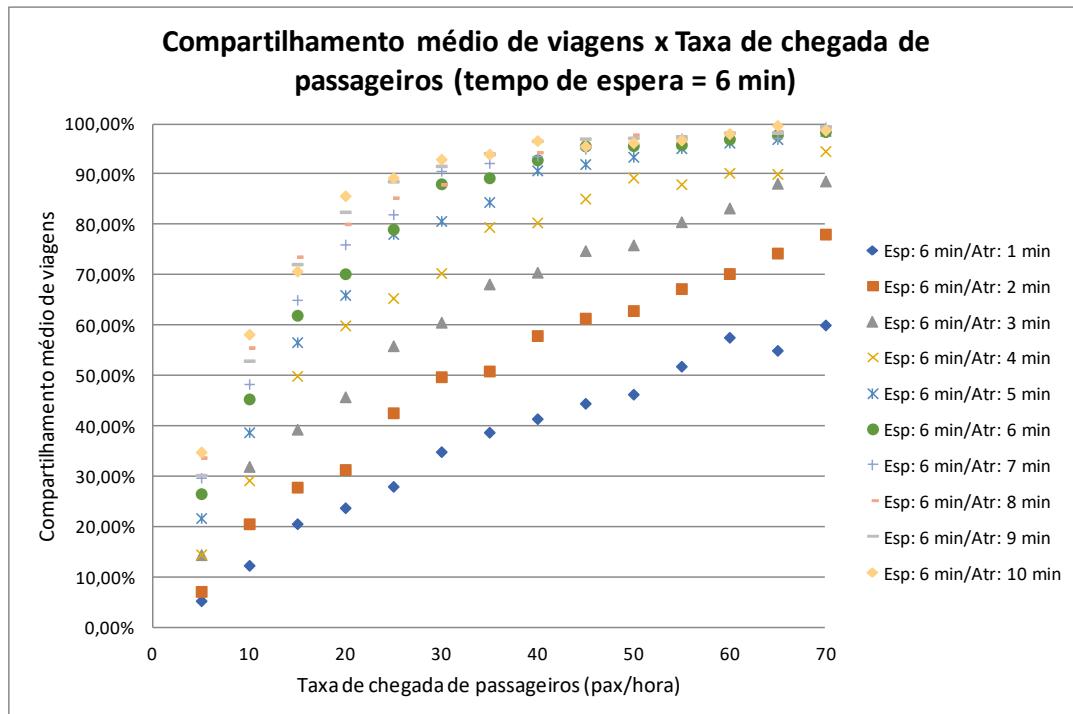


Figura 41 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 6 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.

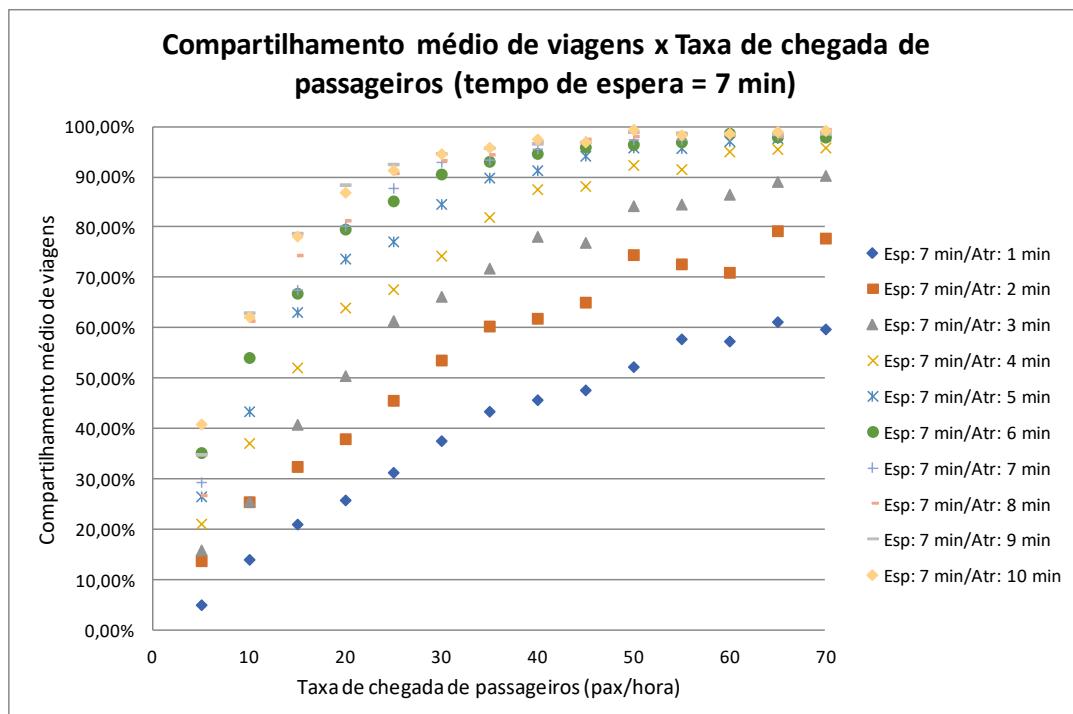


Figura 42 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 7 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.

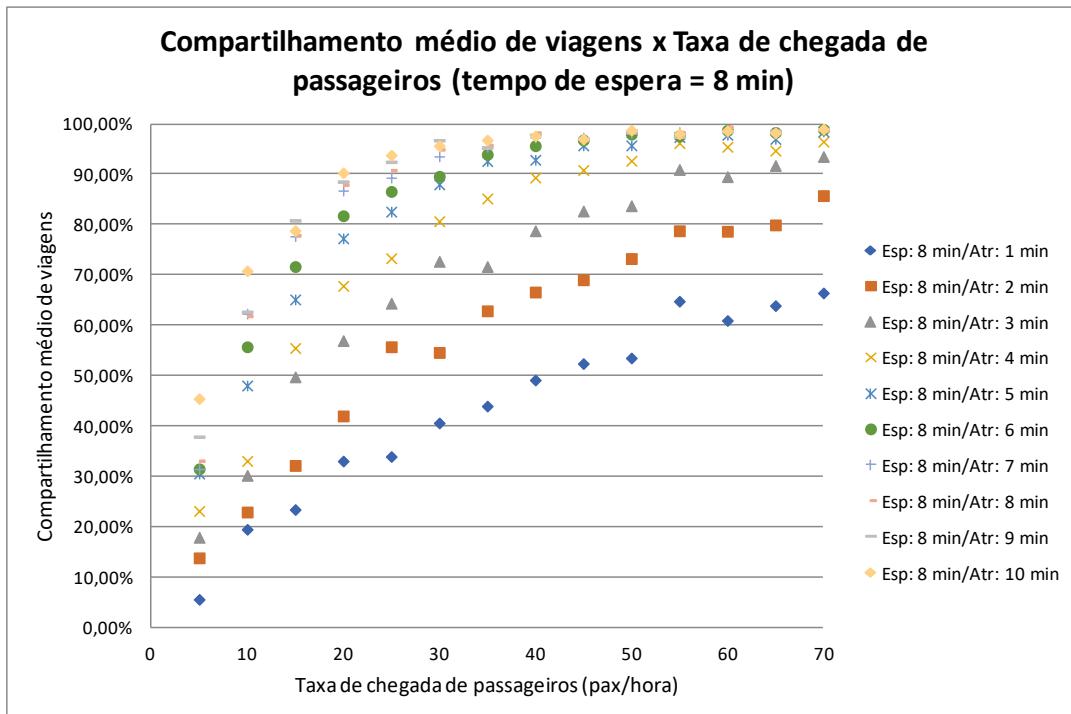


Figura 43 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 8 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.

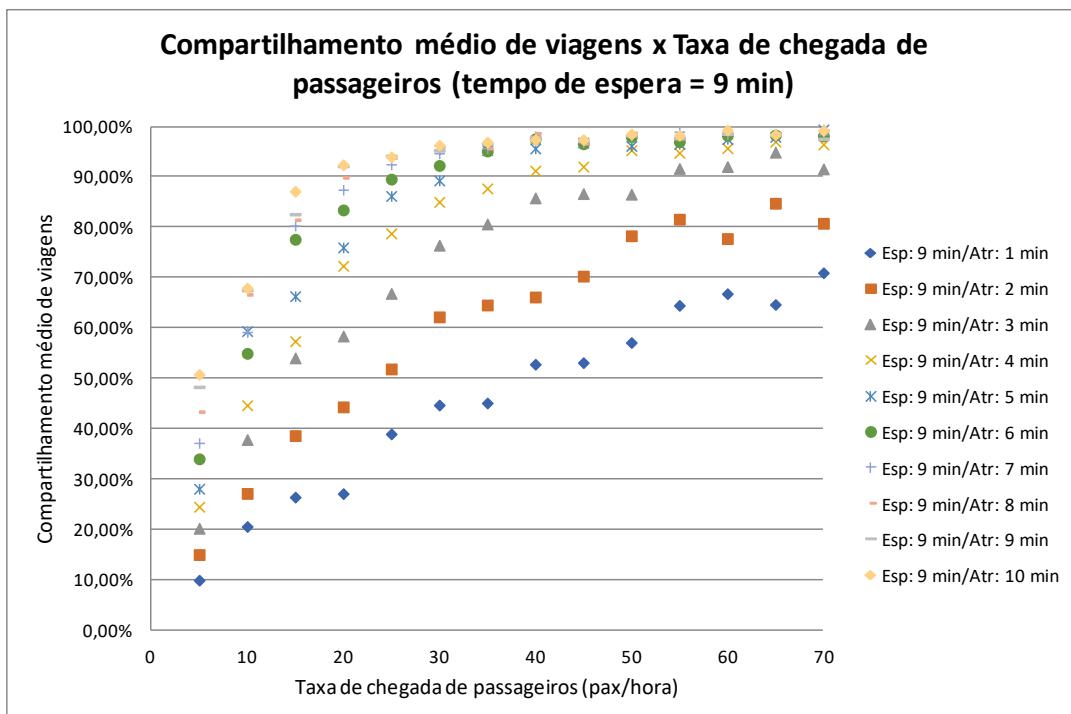
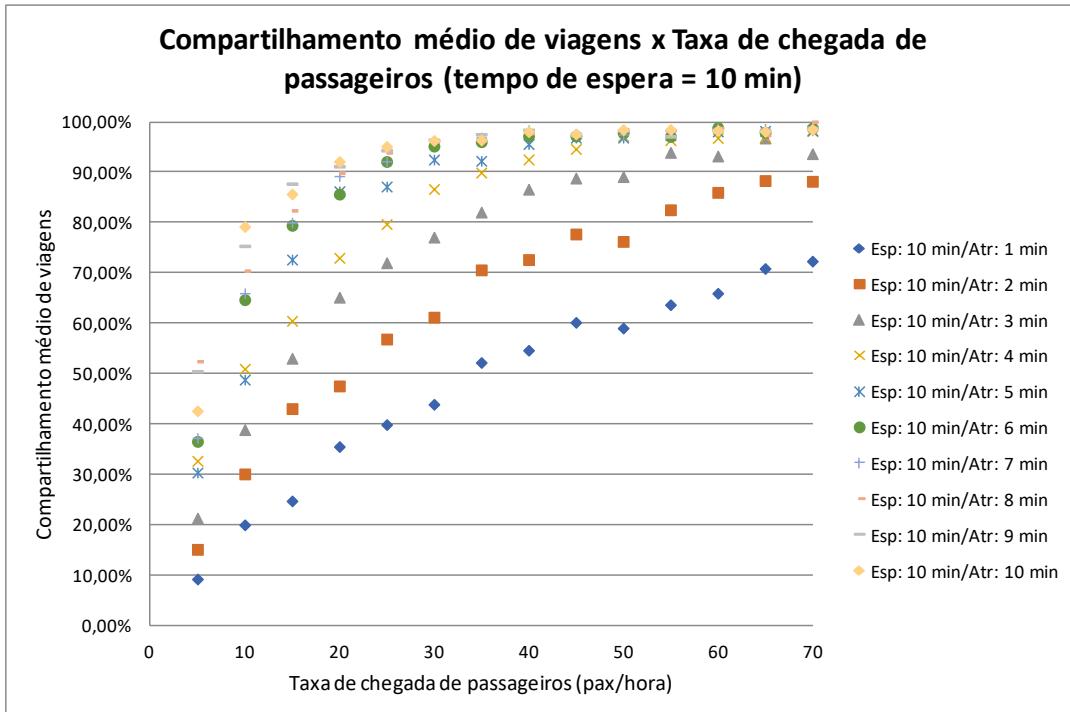


Figura 44 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 9 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.



*Figura 45 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 10 min e tempos de atraso fornecidos pela API do Google Maps.*

A análise dos resultados apresentados permite concluir que aumentos nos tempos de espera e de atraso ocasionam aumento nas porcentagens de compartilhamento de viagens. Além disso, mantendo-se as restrições constantes, o aumento da taxa horária de chegada de passageiros impacta fortemente nas porcentagens de compartilhamento.

Nota-se também que para tempos de espera e atrasos ambos superiores a 5 minutos, o crescimento das porcentagens de compartilhamento se dá de forma bastante acentuada para baixos valores de taxa horária de chegadas. Para maiores taxas de chegadas, existe uma aproximação dessas curvas com maiores tempos de espera e atrasos da faixa de compartilhamento total, ou seja, 100%. Entretanto, é possível perceber que dificilmente a porcentagem 100% é atingida. Isso pode ser explicado pelo fato de que o compartilhamento é de até duas pessoas, então se a população for um número ímpar é impossível alcançar 100% de compartilhamento. Além disso, para altas quantidades de passageiros e altos limites de espera e atraso, o algoritmo de otimização encontra dificuldades para determinar quais os compartilhamentos ideais, uma vez que existem inúmeras opções possíveis a serem analisadas. Tal análise exige uma alta capacidade de processamento computacional.

A Tabela 11 a seguir sintetiza para alguns valores de tempo de espera e atraso (1, 3, 5, 7 e 10 min) o número mínimo de chegadas horárias necessárias para se atingir as porcentagens de compartilhamento 20%, 40%, 60%, 80% e 100%. Os campos não

preenchidos na tabela representam situações em que as taxas de chegadas são superiores a 100 pax/hora (casos com tempo de espera na faixa 1 a 5 min) ou a 70 pax/hora (casos com tempo de espera na faixa 6 a 10 min) e, portanto, não puderam ser testadas por limite de processamento.

*Tabela 11 - Taxa de chegada de passageiros necessária para compartilhamentos iguais a: 20%, 40%, 60%, 80% e 100%.*

Compartilhamento de viagens	Espera máx. (min)	Atraso máx. (min)				
		1	3	5	7	10
20%	1	80	35	25	20	15
40%		-	90	55	40	35
60%		-	-	90	70	55
80%		-	-	-	-	95
100%		-	-	-	-	-
20%	3	30	15	10	5	5
40%		75	35	20	15	15
60%		-	60	35	25	20
80%		-	95	55	40	35
100%		-	-	-	-	100
20%	5	25	10	10	5	5
40%		50	20	15	10	10
60%		90	35	25	15	15
80%		-	65	35	30	25
100%		-	-	100	80	80
20%	7	15	10	5	5	5
40%		35	15	10	10	5
60%		65	25	15	10	10
80%		-	50	30	20	20
100%		-	-	70	70	70
20%	10	10	5	5	5	5
40%		25	15	10	10	5
60%		45	20	15	10	5
80%		-	35	20	15	10
100%		-	-	-	70	70

Outro cenário simulado buscou representar condições de tráfego que se distanciam dos tempos de deslocamento fornecidos pela API do Google Maps. Nesse caso, os tempos de atraso para deslocamento entre quaisquer dois pontos da área de estudo foram acrescidos em 50%. O resultado do algoritmo é mostrado nos gráficos abaixo (Figura 46 a Figura 55), que foram elaborados segundo os mesmos procedimentos dos gráficos já apresentados.

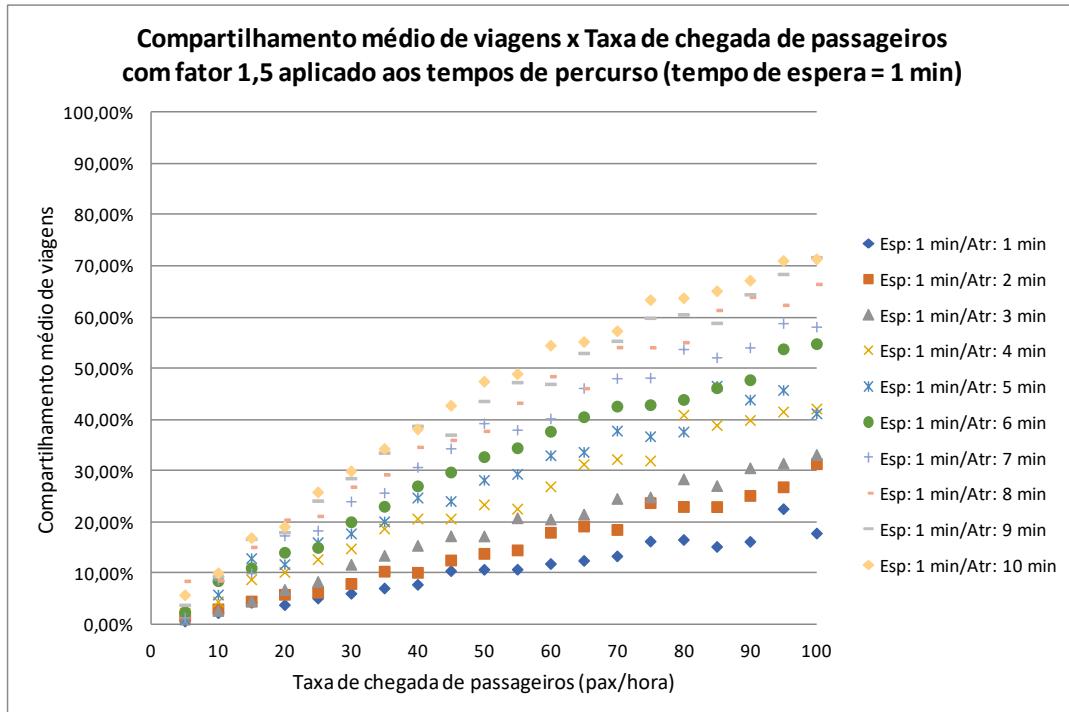


Figura 46 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 1 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

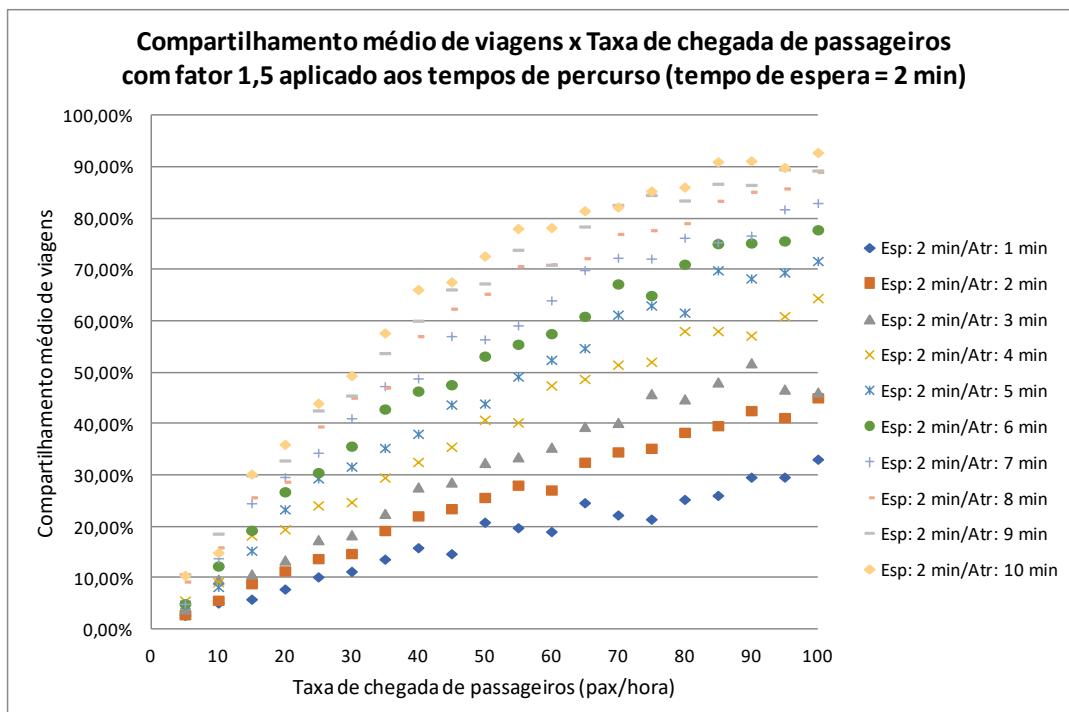


Figura 47 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 2 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

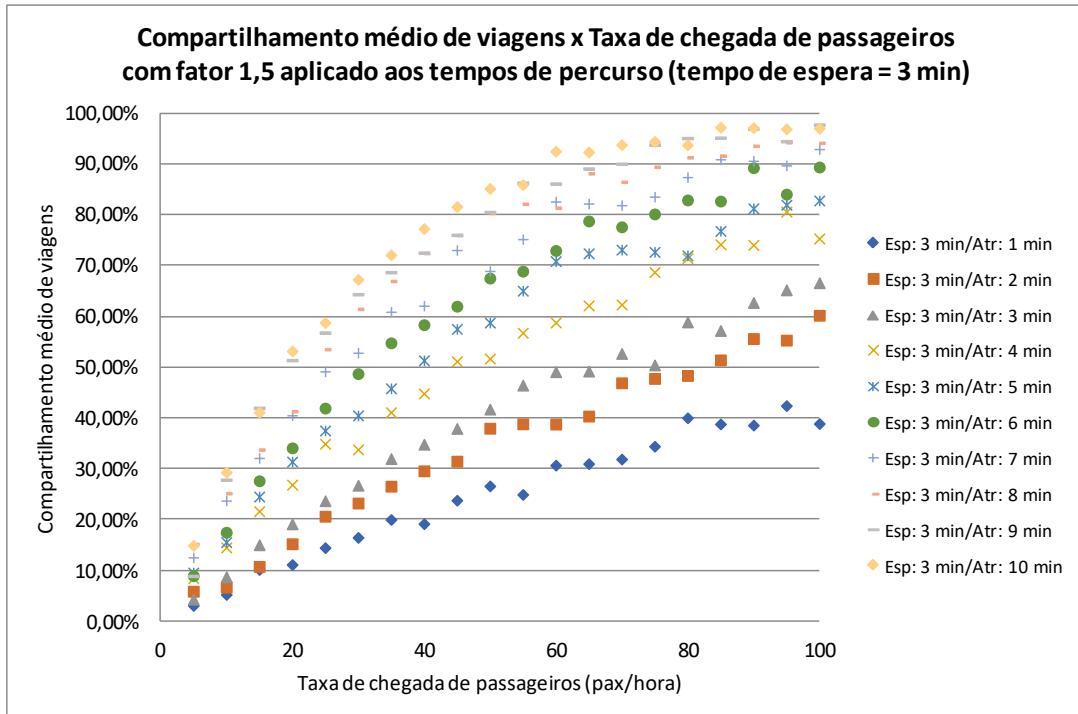


Figura 48 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 3 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

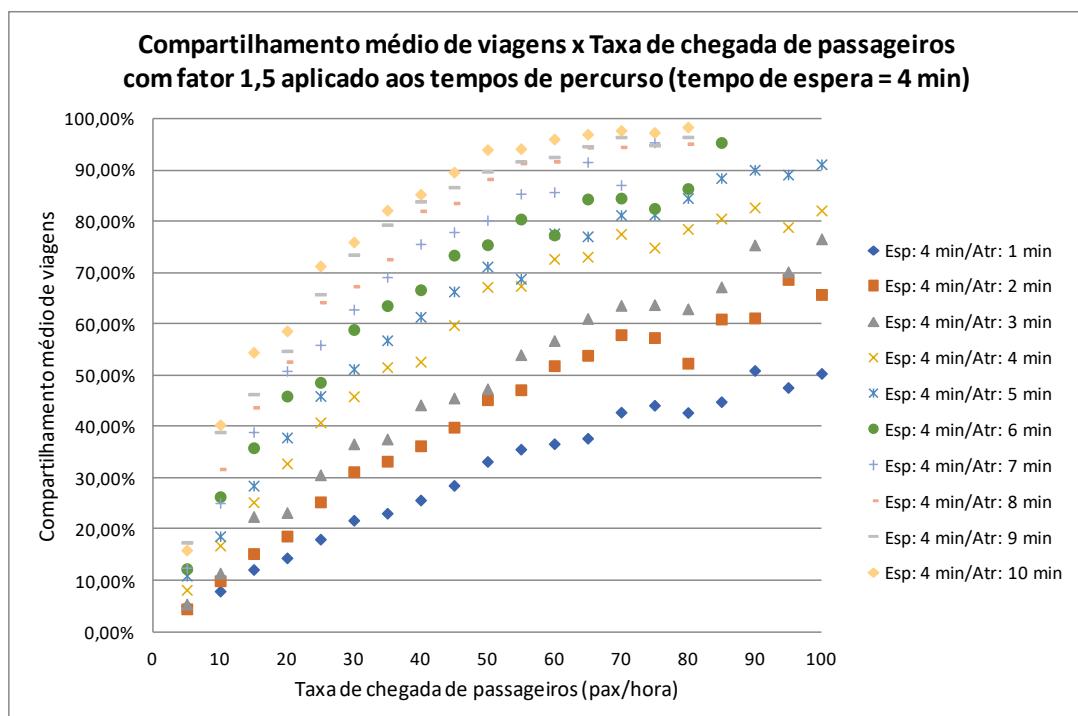


Figura 49 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 4 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

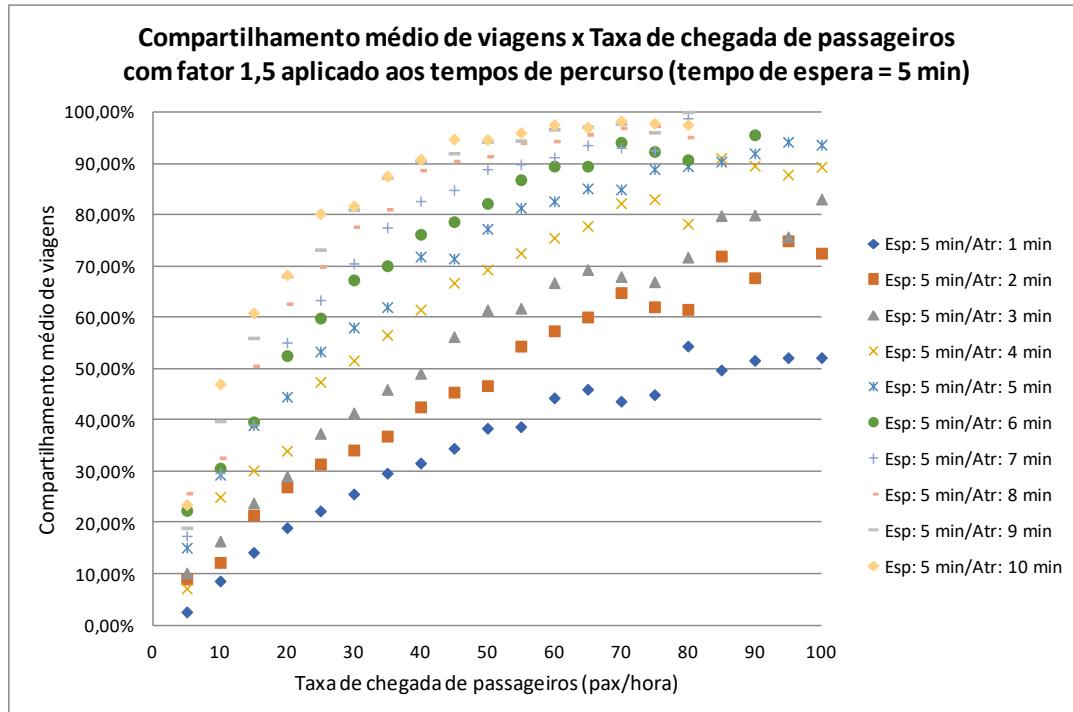


Figura 50 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 5 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

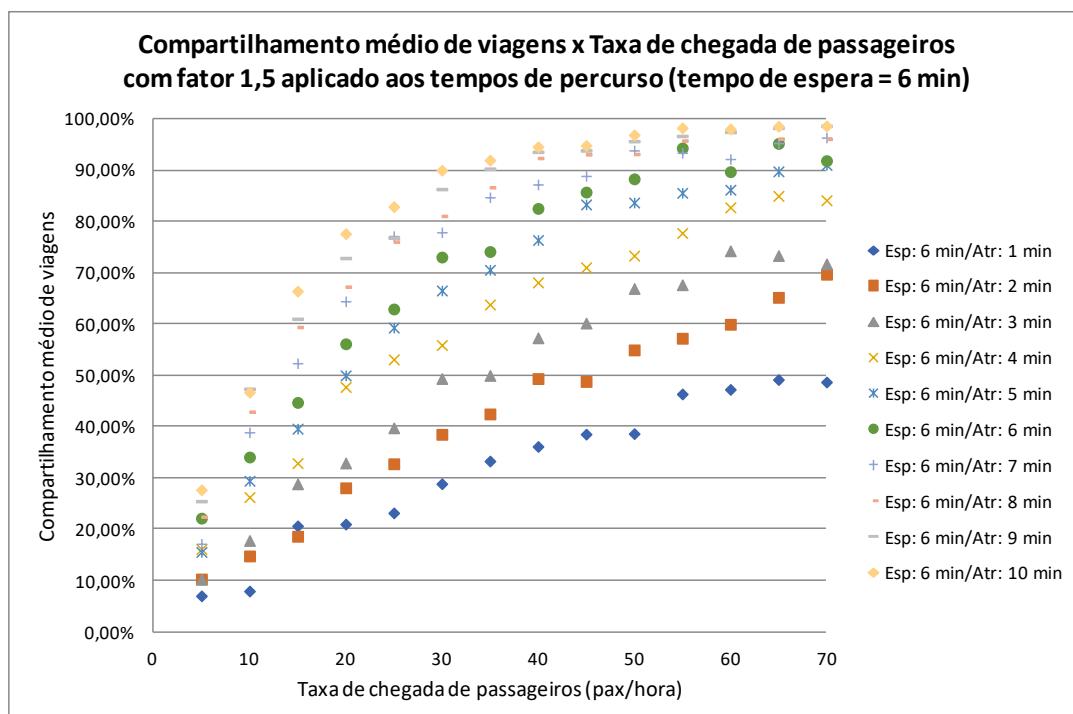


Figura 51 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 6 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

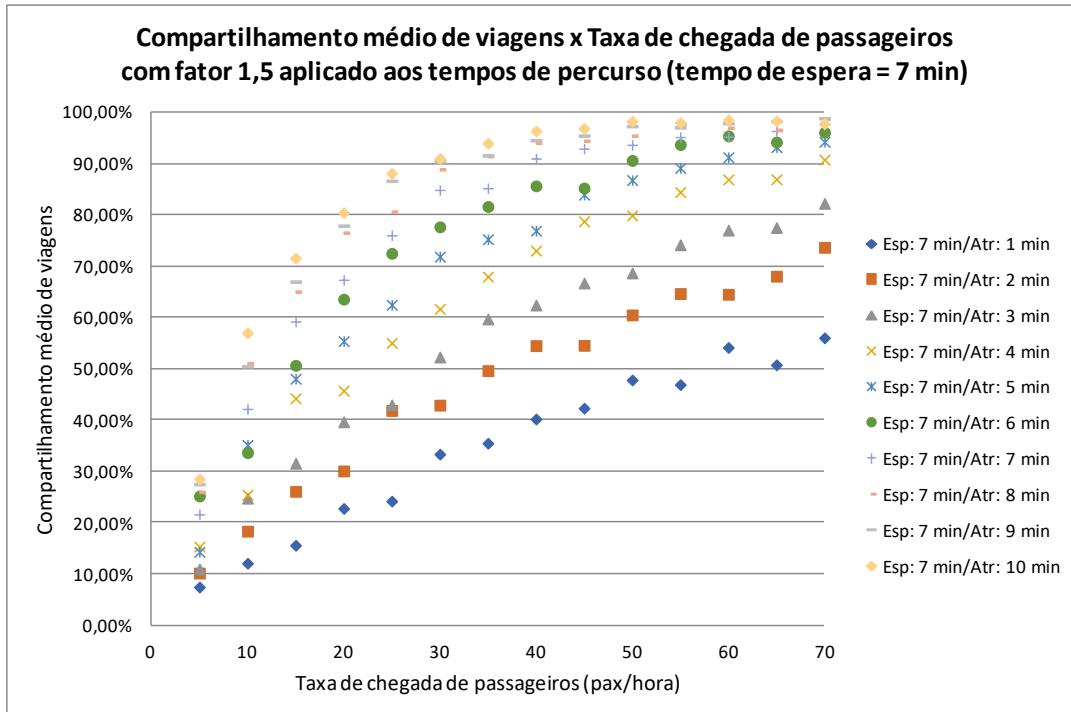


Figura 52 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 7 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

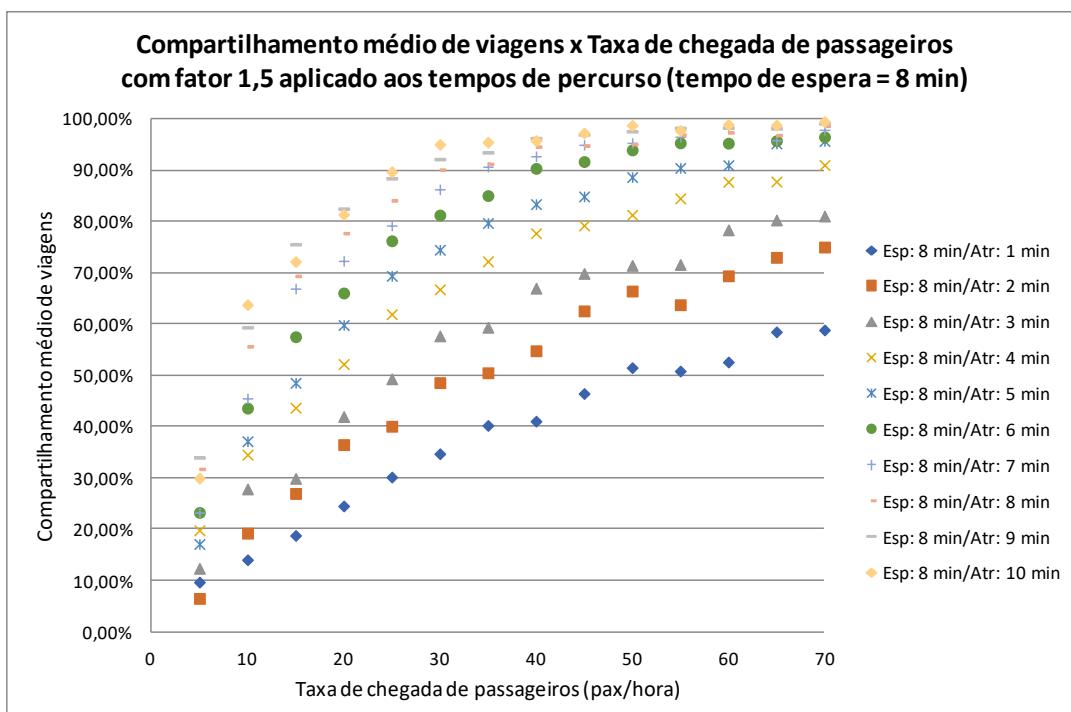


Figura 53 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 8 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

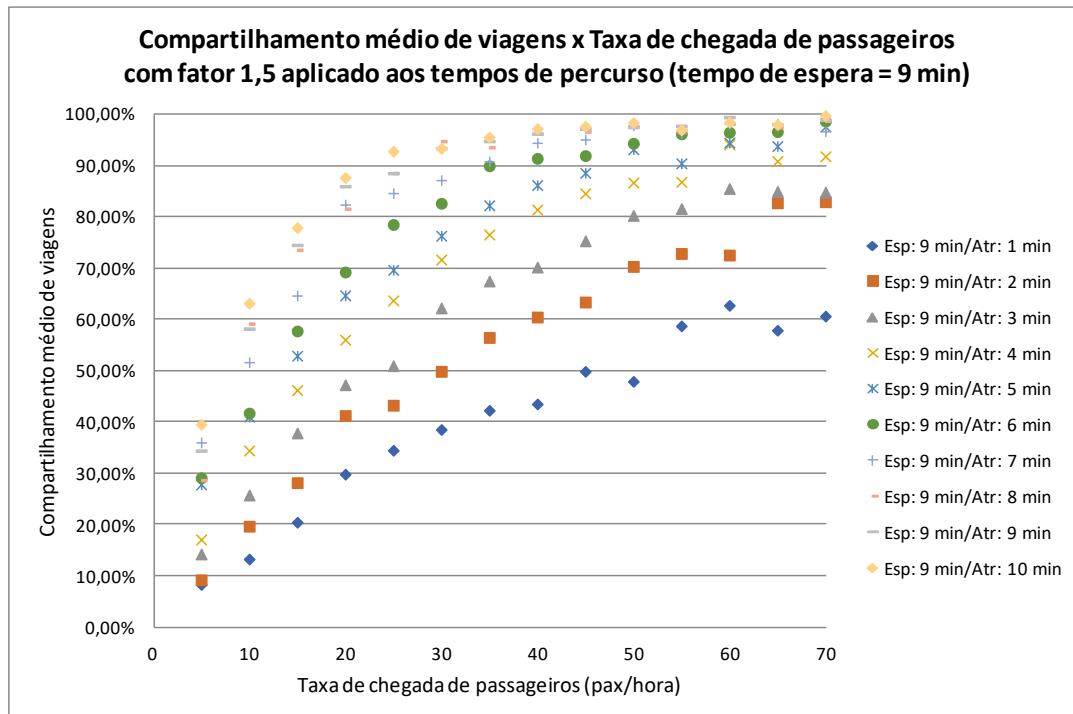


Figura 54 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 9 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

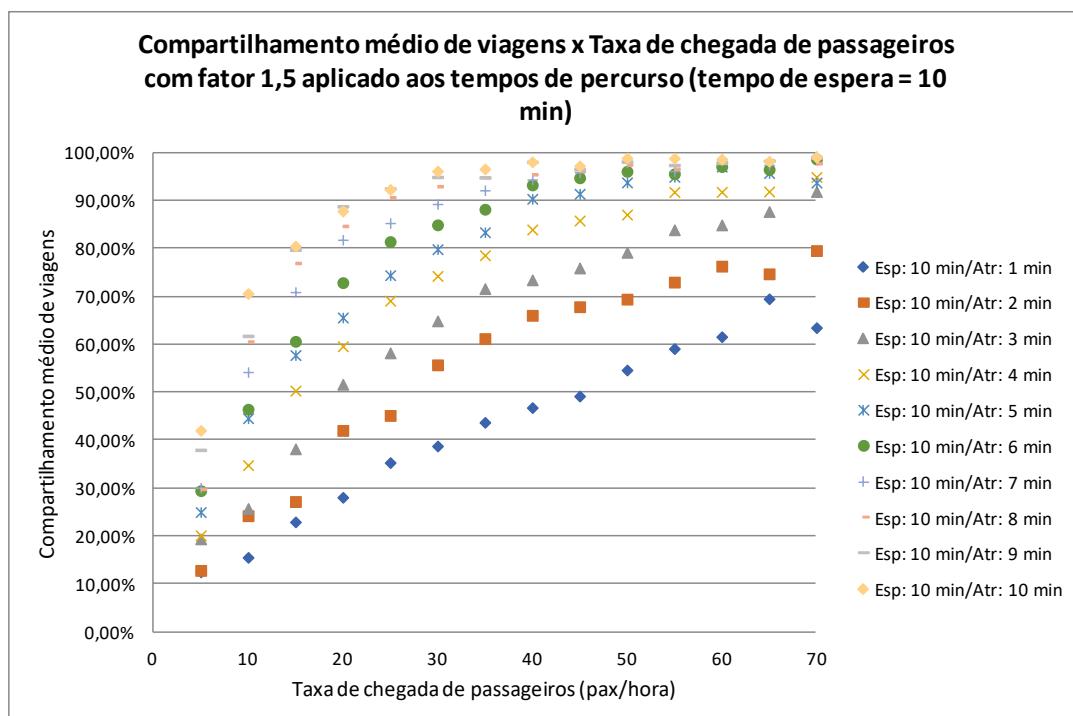


Figura 55 - Gráfico do compartilhamento médio de viagens x taxa de chegada de passageiros para tempo de espera = 10 min e tempos de percurso acrescidos em 50%.

Conforme esperado, as porcentagens de compartilhamento foram reduzidas com o aumento do tempo de atraso em todos os cenários testados. Com o aumento dos tempos em 50%, menos compartilhamentos tornam-se possíveis respeitando as restrições impostas e, portanto, as porcentagens são reduzidas.

Como mencionado anteriormente, o objetivo dessa análise é entender como alterações significativas nas condições de tráfego na região poderiam afetar o desempenho do serviço. As maiores reduções no compartilhamento são da ordem de 20 pontos percentuais e a redução média é de aproximadamente 8 pontos percentuais.

A Tabela 12 é semelhante à Tabela 11 já apresentada nesse trabalho, mas para a condição de aumento de 50% nos tempos de atraso. Novamente, os campos que não apresentam valores representam condições que não foram alcançadas nas simulações realizadas pelo algoritmo.

*Tabela 12 - Taxa de chegada de passageiros necessária para compartilhamentos iguais a: 20%, 40%, 60%, 80% e 100%, na condição de tempos de percurso acrescidos em 50%.*

Compartilhamento de viagens	Espera máx. (min)	Atraso máx. (min)				
		1	3	5	7	10
20%	1	95	55	35	30	25
		-	-	85	60	45
		-	-	-	-	75
		-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-
40%	3	35	25	15	10	10
		80	50	30	20	15
		-	90	55	35	30
		-	-	90	60	45
		-	-	-	-	-
60%	5	25	15	10	10	5
		60	30	20	15	10
		-	50	35	25	15
		-	100	55	40	25
		-	-	-	-	-
80%	7	20	10	10	5	5
		40	25	15	10	10
		-	40	25	20	15
		-	70	45	30	20
		-	-	-	80	75
100%	10	15	10	5	5	5
		35	20	10	10	5
		60	30	20	15	10
		-	55	35	20	15
		-	-	-	80	75

## **6. CONCEPÇÃO DE BAIAS**

### **6.1.Estruturação do problema**

Como enunciado na Revisão Bibliográfica, o dimensionamento da baia baseia-se em três materiais suporte, o manual do DNIT (2010), o qual fornece aspectos geométricos e técnicos para implementação, conceitos da disciplina PTR 2505 (Transporte Aéreo e Aeroportos), da qual extraímos valores de dimensionamentos para calçadas de Aeroportos, um problema semelhante ao tratado aqui, e por fim o conteúdo de Teoria de Filas ministrado na disciplina PTR 2451 (Economia e Planejamento de Sistemas de Transportes). Através desses três elementos foi possível definir as dimensões da baia de embarque.

### **6.2.Importância do dimensionamento**

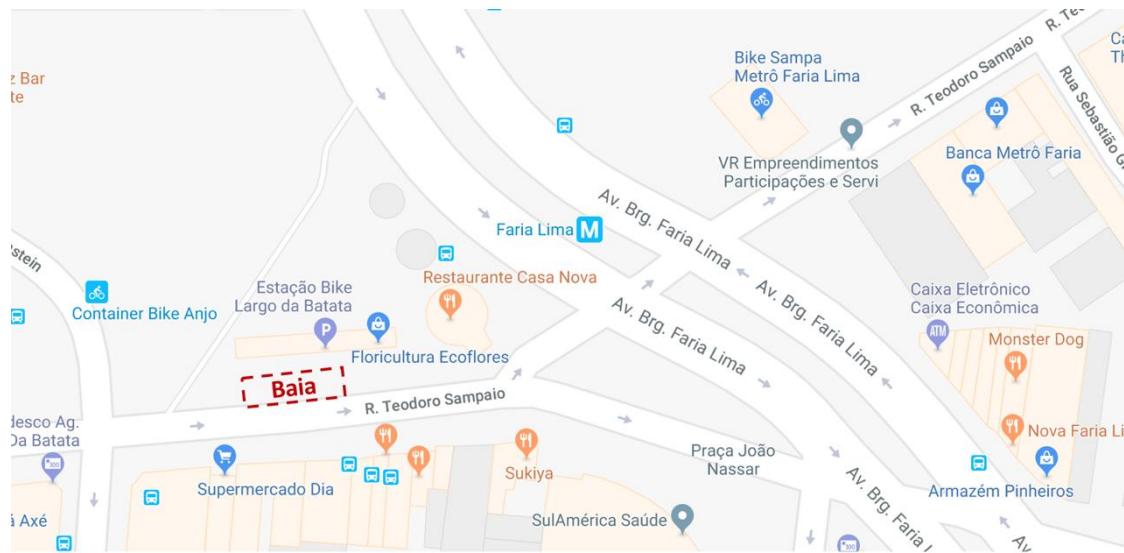
A ideia do dimensionamento da baia tem como objetivo fornecer um embarque seguro e que não atrapalhe o fluxo normal de veículos, portanto torna-se extremamente importante que o dimensionamento seja feito da forma correta, uma vez que em caso de uma estrutura subdimensionada, os veículos que não conseguissem estacionar na baia, iriam estacionar na via e atrapalhar o fluxo de veículos, ou até mesmo ter que seguir em frente e não conseguir realizar o embarque dos passageiros no local adequado.

Outro ponto importante é a localização da baia, este deve ser um local que possua espaço para construção da mesma, uma vez que a obra irá adentrar o espaço que antes era uma calçada.

### **6.3.Localização**

A ideia inicial é a melhoria de transporte para o alto volume de pessoas que desembarcam na estação Faria Lima da linha 4 Amarela, portanto a baia deve estar localizada no entorno da região. O ideal seria que a baia pudesse ser implantada na própria Avenida Brigadeiro Faria Lima sentido zona sul, dado que a grande maioria de público possui como destino final a zona sul. No entanto encontramos problemas de espaço para construção da baia nessa área, uma vez que forma-se uma fila de ônibus nesse ponto da avenida, e a mesma apresenta uma velocidade de circulação alta, o que poderia culminar no aumento do índice de acidentes na região nas manobras de entrada e saída da baia.

Como alternativa foi escolhida a região do Largo da Batata que faz divisa com a Rua Teodoro Sampaio (Figura 56). Trata-se de uma via com velocidade máxima menor do que a Avenida Brigadeiro Faria Lima e conta com o amplo espaço do Largo da Batata, o que possibilita a obra adentrar 3 metros no para construção da faixa de embarque. Além disso, através de documentos enviados pela SPObras foi possível constatar que a área não possui postes ou outros elementos que prejudicariam o desenvolvimento de uma baia na região.



*Figura 56 - Localização proposta da baia de embarque.*

## 6.4. Teoria de Filas

Os conceitos de Teoria de Filas foram extremamente importantes para determinar o comprimento da baia, este é função direta de quantos veículos poderão estacionar nela ao mesmo tempo o que, por fim, é função da taxa de chegada de veículos e consequentemente da demanda de pessoas que desejam utilizar o transporte compartilhado. Dessa forma, o dimensionamento foi feito de uma forma genérica, de modo que com as tabelas geradas é possível escolher um tamanho de baia dado uma taxa de veículos que chegam, o que é equivalente a taxa de viagens que ocorre no sistema.

Foram geradas 5 tabelas (disponibilizadas no Apêndice B), nelas variou-se a taxa de chegada de 0 veículos/hora até 100 veículos/hora e para cada tabela usamos um número de servidor, variando de 1 até 5, sendo que o número de servidor corresponde ao número de veículos que podem estacionar ao mesmo tempo na baia. Para todos adotou-se uma distribuição Poisson para probabilidade dos veículos chegarem e a duração do veículo na baia segue distribuição exponencial. Para o tempo de atendimento (TA) foi adotado 30 segundos, um valor estipulado como o tempo necessário para os usuários entrarem no veículo e

iniciarem o trajeto de viagem, o que implica numa taxa de atendimento de 120 viagens por hora por veículo.

A seguir detalha-se como foi realizado o cálculo até chegar no valor do tempo de espera médio na fila ( $W_q$ ):

- Um servidor (Problema do tipo M/M/1):

I) Cálculo do índice de utilização ou intensidade de tráfego:

$$\rho = \frac{\lambda}{s * \mu}$$

Sendo:

$\lambda$  = Taxa de chegada (veículo/hora);

$s$  = Número de servidores;

$\mu$  = Taxa de atendimento (veículo/hora);

II) Probabilidade da baia não estar ocupada:

$$\rho_0 = \rho * (1 - \rho)$$

III) Tamanho da fila em número de veículos, para um único servidor usamos a equação de Pollaczek Khintchine:

$$Lq = \left[ \frac{\rho^2}{1 - \rho} \right] * \left[ \frac{1 + Cv(S)2}{2} \right]$$

Sendo:

$Cv(S)$  = Coeficiente de variação da distribuição de probabilidades;

IV) Tempo de espera na fila ( $W_q$ ) em horas:

$$W_q = \frac{Lq}{\lambda}$$

- Dois ou mais servidores (Problema do tipo M/M/s):

I) Índice de utilização ou intensidade de tráfego:

$$\rho = \frac{\lambda}{s * \mu}$$

II) Probabilidade da baia não estar ocupada:

$$\rho_0 = \frac{[(s^s) * (\rho^{(s+1)})]}{[s! * (1 - \rho)]} + \sum_{n=0}^n [(s * \rho)^n] / (n!)^(-1)$$

III) Tamanho da fila em número de veículos, para um único servidor usamos a equação de Pollaczek Khintchine:

$$Lq = \frac{[(s^s) * (\rho^{(s+1)}) * \rho_0]}{[s! * (1 - \rho)^2]}$$

IV) Tempo de espera na fila (Wq) em horas:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

## 6.5. Geometria da baia

Os aspectos geométricos da baia foram baseados no manual do DNIT (2010) e no conteúdo da disciplina PTR 2505 (Transporte Aéreo e Aeroportos). Como comprimento de faixa, o manual do DNIT (2010) aconselha a largura de 3 metros, medida que será empregada no projeto. No que diz respeito ao comprimento de baia exigido por cada veículo, as notas de aula de PTR 2505 aconselham o valor de 6,5 metros, levando em conta o espaço que o veículo necessita para manobrar na entrada e saída da baia. Portanto, o comprimento da faixa de embarque e desembarque será um múltiplo de 6,5 de acordo com a quantidade de servidores adotados. Outro fator é a utilização de tinta vermelha na faixa de embarque e desembarque para que os usuários da via possam identificar facilmente a área em questão.

## 6.6. Resumo dos resultados

Os gráficos a seguir (Figura 57 e 58) resumem os resultados do dimensionamento da baia, conectando a taxa de chegada de veículos com o tempo de espera de um veículo para estacionar na baia:

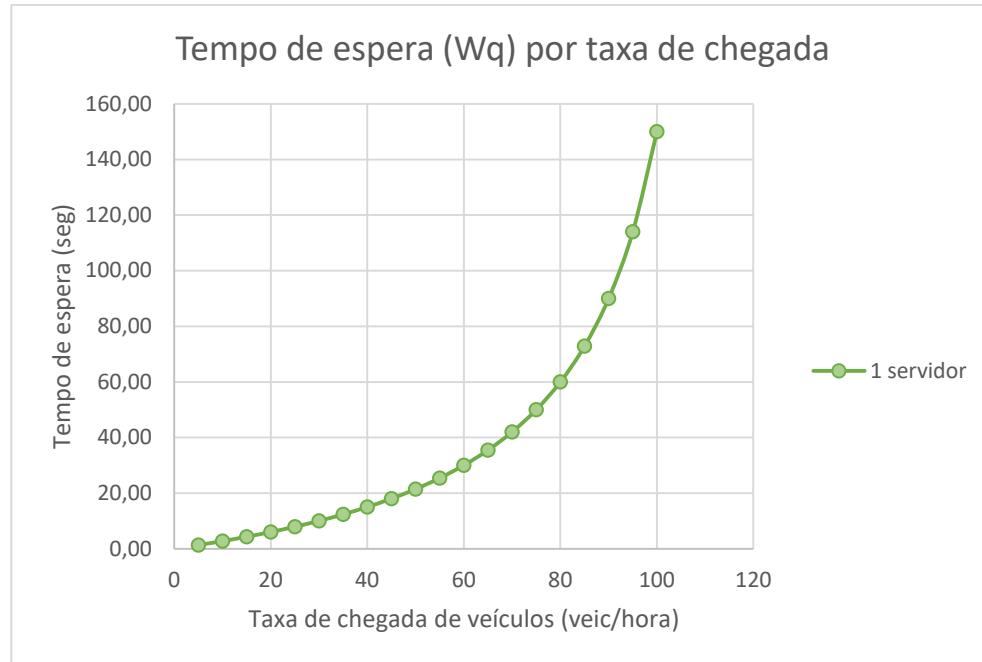


Figura 57- Tempo de espera em função da taxa de chegada de veículos (1 servidor)



Figura 58 - Tempo de espera em função da taxa de chegada de veículos (2 a 5 servidores)

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho procurou estudar a viabilidade de uma nova alternativa de transporte através de veículo compartilhado por duas pessoas na cidade de São Paulo, especificamente na região da estação Faria Lima do metrô. A motivação para este estudo partiu de um artigo publicado em 2016 pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (Alonso-Mora, 2016), o qual provou que seria possível compartilhar 98% da demanda de viagens de táxi da cidade de Nova York.

Em busca de respostas sobre a viabilidade deste sistema, o grupo passou por etapas importantes e diferentes das quais foram realizadas na universidade americana e aqui se iniciaram as grandes dificuldades e aprendizados do projeto.

A falta de dados históricos e a proposição de uma nova alternativa de transporte nos levou a optar pela realização da pesquisa de preferência declarada. Por não ser de conhecimento prévio dos integrantes do grupo, essa técnica de obtenção de dados exigiu um maior aprofundamento em sua literatura, bem como o auxílio de orientadores com experiência neste tipo de pesquisa. Primeiramente, foi necessário entender a diferença entre ela e a pesquisa de preferência revelada, que se utiliza de dados históricos, para então iniciar a confecção dos cartões. Grande consistência lógica foi empregada na estruturação de cada cartão, estabelecendo quais eram os atributos mais importantes, bem como um trabalho de calibração dos intervalos de variação dos atributos de preço e tempo utilizando o Google Maps como apoio.

A experiência em campo, entrevistando os potenciais passageiros foi de grande aprendizado. Tivemos dificuldade em entrevistar um número elevado de pessoas para a realização da pesquisa de preferência declarada, principalmente no contato com pessoas que realizavam a pé o trajeto entre a estação e o destino final. Estas estavam sempre com pressa e dificilmente paravam para serem entrevistadas. Outra dificuldade foi localizar um número considerável de pessoas que estavam aguardando um sistema de transporte individual solicitado por aplicativo. Por outro lado, foi bastante satisfatória a obtenção das respostas de pessoas que utilizam ônibus como transporte de última milha. Estas, por estarem aguardando no ponto, consentiam em colaborar com a pesquisa enquanto o ônibus não chegava, de modo que cem entrevistas foram realizadas, garantindo dados suficientes para o cálculo da função utilidade. Ressaltamos que apesar do número de respostas obtido, a pressa das pessoas ao

responder a pesquisa é um fator que deve ser considerado. Tal fato impacta diretamente na qualidade das respostas obtidas, o que por essência caracteriza um ponto de fraqueza em relação à pesquisa revelada, na qual a atitude tomada pelo passageiro já é conhecida. Vale ressaltar que a etapa de entrevistas foi um ponto de destaque no trabalho. Pensando estrategicamente, para que um negócio prospere, um dos primeiros passos é a compreensão dos desejos dos usuários, identificando na prática o que realmente agrupa valor ao serviço criado: preço, tempo, conforto ou outras variáveis, que sem visitas a campo não são possíveis de se identificar.

Através da determinação da função utilidade foi possível demonstrar que a variável custo tem um peso maior na decisão dos usuários pelo meio de transporte a ser utilizado na última milha do que o tempo de espera para embarque. As probabilidades de escolha pelo carro compartilhado ao invés do ônibus mostraram-se maiores para trajetos de última milha de até 20 min. Nos trajetos com duração entre 20 e 40 min, as probabilidades de escolha pelo carro compartilhado foram menores devido principalmente ao custo do serviço.

Considerando que o objetivo deste projeto é o estudo de trajetos de última milha em uma região ao redor da estação Faria Lima, é razoável admitir que trajetos de até 20 min representem melhor o fenômeno estudado do que trajetos de aproximadamente 40 min. Pensando nessa faixa de passageiros, a pesquisa de preferência declarada mostrou uma tendência positiva pela escolha dos veículos compartilhados na região.

Finalizada a pesquisa, iniciou-se a fase de desenvolvimento do algoritmo de *matching*. Dois grandes desafios foram apresentados: o aprendizado da linguagem de programação Python e o entendimento do complexo software proposto no trabalho de Alonso Mora (2016). A falta de dados sobre viagens reais em São Paulo foi superada pela escolha aleatória de destinos dentre 169 pontos escolhidos na área de estudo e horários de chegada dos passageiros gerados através de distribuição Markoviana. Utilizando a ferramenta de otimização Gurobi, criou-se um algoritmo de compartilhamento de viagens entre 2 passageiros respeitando as restrições de tempo de espera e atraso.

As curvas geradas a partir do algoritmo de *matching* são elementos importantes na análise da viabilidade do serviço. Para tempos de espera de 3, 5 e 7 min, os mesmos utilizados na pesquisa de preferência declarada, e um tempo médio de atraso de 5 min na viagem, por exemplo, se houvesse uma taxa de chegada de 60 pax/hora, as porcentagens de

compartilhamento estariam em torno de 80%, 90%, 100%, respectivamente. Tais valores mostram-se bastante favoráveis para a decisão pela implantação do sistema.

É importante destacar que as curvas representam porcentagens médias, obtidas por testes para o período de apenas uma hora e geradas por um algoritmo não dinâmico. Os horários de chegada e os destinos dos passageiros são previamente conhecidos, diferentemente do que ocorre nas solicitações de viagens por aplicativos. Além disso, análises com maiores quantidades de dados e maiores intervalos de tempo de teste ficam limitadas pela capacidade de processamento dos computadores utilizados. Para a obtenção de resultados mais precisos, seria necessário que o algoritmo fosse utilizado para simular mais horas de funcionamento do serviço de veículos compartilhados durante um dia.

Em relação ao projeto da baia de embarque de passageiros, foi visto que a instalação da mesma no Largo da Batata (Rua Teodoro Sampaio) é possível, dado o grande espaço disponível e a pouca interferência na infraestrutura já instalada. Dada a resolução genérica do problema, é necessário somente identificar a taxa de chegada de veículos para se obter os valores de saída do projeto. Além disso, para valores baixos de servidores percebe-se que o sistema consegue fornecer um tempo médio de espera na fila baixo, o que é importante dada a situação da Rua Teodoro Sampaio que possui um fluxo de veículos considerável, e onde uma eventual fila poderia atrapalhar o tráfego da região.

## Bibliografia

- Alonso-Mora, J. S. (2016). On-demand high-capacity ride-sharing via dynamic trip-vehicle assignment.
- Ben-Akiva, M. &. (1990). Estimation of switching models from revealed preferences and stated intentions. Em *Transportation Research Part A: General* (pp. 485-495).
- Ben-Akiva, M. E. (1985). *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. MIT press.
- BHTRANS. (09 de Junho de 2017). Fonte: <http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublico/Temas/Noticias/T%C3%A1xi-lota%C3%A7%C3%A3o%20itiner%C3%A1rio>
- Brandli, L. L. (2004). Uma experiência sobre o uso da técnica de preferência declarada. *ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 1-10.
- CanalTech. (2017). *CanalTech*. Acesso em 17 de 06 de 2017, disponível em <https://canaltech.com.br/o-que-e/software/o-que-e-api/>
- Cunha, C. B. (2013). Introdução à Pesquisa Operacional.
- DNIT (2010). Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas 2010
- Downs, A. (2004). Still stuck in traffic: coping with peak-hour congestion. *The Brookings Institution, Washington, DC*.
- Feofiloff, P. K. (2011). *Uma introdução sucinta à teoria dos grafos*. Fonte: <http://www.ime.usp.br/~pf/teoriadosgrafos>.
- Fourment, M. &. (2008). A comparison of common programming languages used in bioinformatics. *BMC bioinformatics*, 82.
- Helsgaun, K. (2000). An effective implementation of the Lin–Kernighan traveling salesman heuristic. *European Journal of Operational Research*, 106-130.
- Hensher, D. A. (1994). Stated preference analysis of travel choices: the state of practice. *Transportation*, 107-133.
- Labaki, J. (2009). Introdução a Python 0 Módulo B.

- Louviere, J. J. (2000). Stated choice methods: analysis and applications. Em J. J. Louviere. Cambridge University Press.
- Luce, R. (1959). *Individual Choice Behaviour: a theoretical analysis*. Wiley, Nova York.
- Ma, S. Z. (2013). T-share: A large-scale dynamic taxi ridesharing service. *Data Engineering (ICDE), 2013 IEEE 29th International Conference*, 410-421.
- Medeiros, J. E. L. (2017). Notas de aula da disciplina PTR 2505 - Transporte Aéreo e Aeroportos, Universidade de São Paulo
- Mendez, F., Weber, F. D., Senna, L. A., Michel, F. D., & Larranga, A. (2016). Análise dos Trade-off entre Valor e Tempo de Entrega no Serviço de Frete: o Caso de uma Empresa de Varejo. *Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*.
- Nodari, C. (1996). *Influência de preço e marca na demanda por transporte aéreo*. Potro Alegre (Rio Grande do Sul).
- Ortuzar, J. & Willumsen (2011). *Modelling transport*.
- Ortúzar, J. D. (2000). *Modelos Econométricos de elección discreta*. Chile, Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Resende, P. D. (2009). Mobilidade urbana nas grandes cidades brasileiras: um estudo sobre os impactos do congestionamento. *Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais, FGV*.
- Santi, P. e. (2014). Quantifying the benefits of vehicle pooling with shareability networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 13290-13294.
- Schrijver, A. (1998). *Theory of linear and integer programming*. John Wiley & Sons.
- Senna, L. A. (2014). *conomia e Planejamento dos Transportes*. Elsevier Brasil.
- TomTom. (09 de Junho de 2017). Fonte: [https://www.tomtom.com/en\\_gb/trafficindex/list?citySize=large&continent=ALL&country=ALL](https://www.tomtom.com/en_gb/trafficindex/list?citySize=large&continent=ALL&country=ALL).
- Wang, H. a. (2016). Approximating the Performance of a “Last Mile” Transportation. *Transportation Science* 50(2), pp. 659-675.

**ANEXO A – Exemplo de resposta da API do Google Maps**

```
{
  "geocoded_waypoints" : [
    {
      "geocoder_status" : "OK",
      "place_id" : "ChIJRVY_etDX3IARGYLvpoq7f68",
      "types" : [
        "bus_station",
        "transit_station",
        "point_of_interest",
        "establishment"
      ]
    },
    {
      "geocoder_status" : "OK",
      "partial_match" : true,
      "place_id" : "ChIJp2Mn4E2-woARQS2FILLxUzk",
      "types" : [ "route" ]
    }
  ],
  "routes" : [
    {
      "bounds" : {
        "northeast" : {
          "lat" : 34.1330949,
          "lng" : -117.9143879
        },
        "southwest" : {
          "lat" : 33.8068768,
          "lng" : -118.3527671
        }
      },
      "copyrights" : "Map data ©2016 Google",
      "legs" : [
        {
          "distance" : {
            "text" : "35.9 mi",
            "value" : 57824
          },
          "duration" : {
            "text" : "51 mins",
            "value" : 3062
          },
          "end_address" : "Universal Studios Blvd, Los Angeles, CA
90068, USA",
          "end_location" : {

```

```

        "lat" : 34.1330949,
        "lng" : -118.3524442
    },
    "start_address" : "Disneyland (Harbor Blvd.), S Harbor
Blvd, Anaheim, CA 92802, USA",
    "start_location" : {
        "lat" : 33.8098177,
        "lng" : -117.9154353
    },
    ...
    ... Additional results truncated in this example[] ...
}

"overview_polyline" : {
    "points" :
"knjmEnjunUbKCfEA?@]@kMBeE@qIIoF@wH@eFFk@WOUl_@?u@j@k@`@EXLTZHh@Y`AgAp
AaCrCUD@cDpDuAtAoApA{YlZiBdBaIhGkFrDeCtBuFxFmIdJmOjPaChDeB1DiAdD}ApGcDx
U}@hEmAxD} [tt@yNb\\yBdEqFnJqB~DeFxMgK~VsMr[uKzVoCxEsEtG}BzCkHhKWh@]t@{A
xEcC1LkCjLi@`CwBfHaEzJuBdEyEhIaBnCiF|K_Oz\\\
{MdZwAbDaKbUiB|CgCnDkDbEiE|FqB1DsLdXqQra@kX|m@aF|KcHtLm@pAaE~JcTxh@w\\`v
@qQv`@}F`MqK`PeGzIyGfJiG~GeLhLgIpIcE~FsDrHcFfLqDzH{CxEwAbBgC|B}F|DiQzK
sbBdeA{k@~\\oc@bWoKjGaEzCoEzEwDxFsUh^wJfOySx[uBnCgCbCoF1DmDvAiCr@eRzDuN
xC_EvAiFpCaC|AqGpEwHzFoQnQoTrTqB1CyDnGmCfEmDpDyGzGsIzHuZzYwBpBsC`CqB1As
BbAqCxAoBrAqDdDcNfMgHbHiPtReBtCkD|GqAhBwBzBsG~FoAhAaCbDeBvD_B1EyM``@uBv
KiA~DmAlCkA|B}@1BcChHoJnXcb`GoAnIS~CIjFDd]A|QMLD{@jH[vAk@`CoGxRgPzf@aBb
HoB~HeMx^eDtJ}BnG{DhJU`@mBzCoCjDaAx@mAnAgCnBmAp@uAj@{Cr@wBPkB@kBSsEW{GV
}BEeCWyAWwHs@qH?
cIHkDXuDn@mCt@mE`BsH|CyAp@}AdAaAtAy@lBg@pCa@jE]fEcBhRq@pJKlCk@hLFrB@lD_
@xCeA`DoBxDaHvM_FzImDzFeCpDeC|CkExDiJrHcBtAkDpDwObVuCpFeCdHoIl\\uBjIuCl
JsEvMyDbMqAhEoD1J{C|J}FlZuBfLyDlXwB~QkArG_AnDiAxC{G|OgEdLaE`LkBbEwG~KgH
nLoEjGgDxCaC`BuJdFkFtCgCnBuClD_HdMqEzHcBpB_C|BuEzCmPlIuE|B_EtDeBhCgAdCw
@rCi@|DSfECrCADCS~Di@jDYhA_A1C{AxCcL`U{GvM_DjFkBzBsB`BqDhBaEfAsTvEmEr@i
Cr@qDrAiFnCcEzCaE~D_@JmFdGQDwBvCeErEoD|BcFjC}DbEuD~D`@Zr@h@?d@Wr@}@vAgC
bEaHfMqA`Cy@dAg@bAO`@gCi@w@W"
},
"summary" : "I-5 N and US-101 N",
"warnings" : [],
"waypoint_order" : []
}
],
"status" : "OK"
}

```

**APÊNDICE A – Resultados das entrevistas para pesquisa de preferência  
declarada**

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Carro Compartilhado		Ônibus		Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
			Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)					
1	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
2	1	40	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
3	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-3
4	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
5	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
6	1	10	2,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
7	1	5	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	5	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	5	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	5	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	5	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	5	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	5	2,00	7	3,00	10	3	0,5	0	-1,00	-3
	8	5	4,00	7	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-3
	9	5	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
8	1	40	4,00	3	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
9	1	30	4,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
10	1	15	2,00	3	3,00	10	3	0,5	0	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	3	0,5	0	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	3	0,5	0	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
11	1	10	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
12	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-3
13	1	15	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-3
14	1	40	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
15	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
16	1	30	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
17	1	40	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
18	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-3
19	1	35	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	35	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	35	8,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-7
	4	35	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	35	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	35	8,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-5
	7	35	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	8	35	6,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-3
	9	35	8,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-3
20	1	20	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
21	1	20	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
22	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
23	1	50	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	50	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	3	50	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	50	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	5	50	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	6	50	8,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-5
	7	50	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	50	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	50	8,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-3
24	1	60	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	60	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	60	8,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-7
	4	60	4,00	5	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-5
	5	60	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	60	8,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-5
	7	60	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	60	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	60	8,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-3
25	1	25	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	25	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	25	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	25	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	25	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	25	8,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-5
	7	25	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	25	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	25	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
26	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
27	1	10	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
28	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
29	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
30	1	5	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
	2	5	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	5	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	5	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	5	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	5	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	5	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	5	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	5	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
31	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
32	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
33	1	10	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
34	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
35	1	10	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
36	1	25	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	25	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	25	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	25	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	25	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	25	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	25	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	25	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	25	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
37	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	3	0,5	0	5,00	-3
38	1	15	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
39	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
40	1	15	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
41	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	3	0,5	0	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	3	0,5	0	5,00	-3
42	1	10	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
43	1	40	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-3
44	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
45	1	40	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
46	1	5	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	5	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	5	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	4	5	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	5	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	5	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	7	5	2,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	-1,00	-3
	8	5	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	9	5	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
47	1	30	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
48	1	15	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
49	1	20	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	3	0,5	0	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
50	1	30	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
51	1	30	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
52	1	30	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	3	0,5	0	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
53	1	50	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	50	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	50	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	50	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	50	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	50	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	50	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	50	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	50	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
54	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-3
55	1	5	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	5	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	5	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	5	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	5	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	5	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	5	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	5	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	5	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
56	1	30	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
57	1	10	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
58	1	15	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
59	1	30	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
60	1	25	4,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-7
	2	25	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	3	25	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	25	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	25	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	25	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	25	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	25	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	25	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
61	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
62	1	15	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
63	1	45	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	45	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	45	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	45	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	45	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	45	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	45	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	45	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	45	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
64	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-3
65	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
66	1	30	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
67	1	30	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
68	1	15	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
69	1	25	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	25	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	25	8,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-7
	4	25	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	25	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	25	8,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-5
	7	25	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	8	25	6,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-3
	9	25	8,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-3
70	1	30	4,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
71	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
72	1	40	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-3
73	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
74	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	3	0,5	0	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	3	0,5	0	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	3	0,5	0	5,00	-3
75	1	15	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
76	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
77	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
78	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
78	2	40	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
78	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
78	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
78	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
78	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
78	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
78	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
78	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
79	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
79	2	40	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
79	3	40	8,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	5,00	-7
79	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
79	5	40	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
79	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
79	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
79	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
79	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
80	1	25	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
80	2	25	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
80	3	25	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
80	4	25	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
80	5	25	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
80	6	25	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
80	7	25	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
80	8	25	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
80	9	25	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
81	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
81	2	30	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
81	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
81	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
81	5	30	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
81	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
81	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
81	8	30	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
81	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
82	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
82	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
82	3	40	8,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-7
82	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
82	5	40	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
82	6	40	8,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	5,00	-5
82	7	40	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
82	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
82	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
83	1	15	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
83	2	15	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
83	3	15	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
83	4	15	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
83	5	15	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
83	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
83	7	15	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
83	8	15	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
83	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
84	1	20	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
84	2	20	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
84	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
84	4	20	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
84	5	20	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
84	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
84	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
84	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
84	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
85	1	40	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	40	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	40	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	40	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	40	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	40	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
86	1	10	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	10	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	10	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	10	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	10	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	10	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	10	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	10	4,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-3
	9	10	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
87	1	20	2,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-3
88	1	20	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
89	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-3
90	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
91	1	15	2,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-7
	2	15	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
	3	15	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	15	2,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-5
	5	15	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	15	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	15	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
92	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	3	0,5	0	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	3	0,5	0	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
93	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	3	0,5	0	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
94	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
95	1	30	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
96	1	25	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
	2	25	6,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-7
	3	25	8,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-7
	4	25	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
	5	25	6,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	3,00	-5
	6	25	8,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-5
	7	25	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
	8	25	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
	9	25	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
97	1	30	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	2	30	6,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-7
	3	30	8,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-7
	4	30	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	5	30	6,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-5
	6	30	8,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-5
	7	30	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	8	30	6,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	3,00	-3
	9	30	8,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	5,00	-3
98	1	20	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
	2	20	4,00	3	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-7
	3	20	6,00	3	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-7
	4	20	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
	5	20	4,00	5	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-5
	6	20	6,00	5	3,00	10	4	0,3	-0,8472979	3,00	-5
	7	20	2,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	-1,00	-3
	8	20	4,00	7	3,00	10	2	0,7	0,84729786	1,00	-3
	9	20	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
99	1	40	4,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-7
99	2	40	6,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-7
99	3	40	8,00	3	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-7
99	4	40	4,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-5
99	5	40	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
99	6	40	8,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-5
99	7	40	4,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	1,00	-3
99	8	40	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3
99	9	40	8,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	5,00	-3
100	1	15	2,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-7
100	2	15	4,00	3	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-7
100	3	15	6,00	3	3,00	10	3	0,5	0	3,00	-7
100	4	15	2,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-5
100	5	15	4,00	5	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-5
100	6	15	6,00	5	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-5
100	7	15	2,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	-1,00	-3
100	8	15	4,00	7	3,00	10	1	0,9	2,19722458	1,00	-3
100	9	15	6,00	7	3,00	10	5	0,1	-2,1972246	3,00	-3

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Carro Compartilhado		A pé		Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
			Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)					
1	1	7	2,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	3
	2	7	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	7	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	7	2,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	5
	5	7	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	7	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	7	2,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	7
	8	7	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	7	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
2	1	10	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	10	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	10	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	10	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	10	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	10	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	10	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	10	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	10	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
3	1	15	2,00	3	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	3
	2	15	4,00	3	0,00	0	1	0,9	2,19722458	4,00	3
	3	15	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	15	2,00	5	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	5
	5	15	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	15	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	15	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	15	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	15	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
4	1	15	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	15	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	15	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	15	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	15	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	15	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	15	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	15	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	15	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
5	1	5	2,00	3	0,00	0	3	0,5	0	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	3	0,5	0	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
6	1	5	2,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
7	1	10	2,00	3	0,00	0	2	0,7	0,84729786	2,00	3
	2	10	4,00	3	0,00	0	2	0,7	0,84729786	4,00	3
	3	10	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	10	2,00	5	0,00	0	2	0,7	0,84729786	2,00	5
	5	10	4,00	5	0,00	0	3	0,5	0	4,00	5
	6	10	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	10	2,00	7	0,00	0	3	0,5	0	2,00	7
	8	10	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	10	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
8	1	3	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	3	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	3	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	3	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	3	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	3	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	3	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	3	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	3	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
9	1	5	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
10	1	10	2,00	3	0,00	0	3	0,5	0	2,00	3
	2	10	4,00	3	0,00	0	3	0,5	0	4,00	3
	3	10	6,00	3	0,00	0	3	0,5	0	6,00	3
	4	10	2,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	5
	5	10	4,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	5
	6	10	6,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	6,00	5
	7	10	2,00	7	0,00	0	3	0,5	0	2,00	7
	8	10	4,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	7
	9	10	6,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	6,00	7
11	1	10	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	10	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	10	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	10	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	10	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	10	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	10	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	10	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	10	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
12	1	10	2,00	3	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	3
	2	10	4,00	3	0,00	0	2	0,7	0,84729786	4,00	3
	3	10	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	10	2,00	5	0,00	0	2	0,7	0,84729786	2,00	5
	5	10	4,00	5	0,00	0	2	0,7	0,84729786	4,00	5
	6	10	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	10	2,00	7	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	7
	8	10	4,00	7	0,00	0	2	0,7	0,84729786	4,00	7
	9	10	6,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	6,00	7
13	1	5	2,00	3	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	1	0,9	2,19722458	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	2	0,7	0,84729786	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	1	0,9	2,19722458	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	2	0,7	0,84729786	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	1	0,9	2,19722458	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
14	1	5	2,00	3	0,00	0	1	0,9	2,19722458	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	3	0,5	0	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
15	1	30	4,00	3	0,00	0	2	0,7	0,84729786	4,00	3
	2	30	6,00	3	0,00	0	2	0,7	0,84729786	6,00	3
	3	30	8,00	3	0,00	0	2	0,7	0,84729786	8,00	3
	4	30	4,00	5	0,00	0	2	0,7	0,84729786	4,00	5
	5	30	6,00	5	0,00	0	2	0,7	0,84729786	6,00	5
	6	30	8,00	5	0,00	0	2	0,7	0,84729786	8,00	5
	7	30	4,00	7	0,00	0	2	0,7	0,84729786	4,00	7
	8	30	6,00	7	0,00	0	2	0,7	0,84729786	6,00	7
	9	30	8,00	7	0,00	0	2	0,7	0,84729786	8,00	7
16	1	5	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
17	1	10	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	10	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	10	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	10	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	10	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	10	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	10	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	10	4,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	7
	9	10	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
18	1	15	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	15	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	15	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	15	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	15	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	15	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	15	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	15	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	15	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
19	1	5	2,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
20	1	5	2,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7
21	1	15	2,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	3
	2	15	4,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	4,00	3
	3	15	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	15	2,00	5	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	5
	5	15	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	15	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	15	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	15	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	15	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Custo (R\$)	Tempo de espera (min)	Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo espera
22	1	5	2,00	3	0,00	0	4	0,3	-0,8472979	2,00	3
	2	5	4,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	3
	3	5	6,00	3	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	3
	4	5	2,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	5
	5	5	4,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	5
	6	5	6,00	5	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	5
	7	5	2,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	2,00	7
	8	5	4,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	4,00	7
	9	5	6,00	7	0,00	0	5	0,1	-2,1972246	6,00	7

Entrevista	Cartões	Tempo Trajeto (min)	Carro Compartilhado		Carro não compartilhado		Respostas	Respostas convertidas	In(P/(1-P))	ΔCusto	ΔTempo corrida
			Custo (R\$)	Tempo adicional de corrida (min)	Custo (R\$)	Tempo adicional de corrida (min)					
1	1	10	4,00	4	12,00	0	4	0,3	-0,8472979	-8,00	4
	2	10	6,00	4	12,00	0	4	0,3	-0,8472979	-6,00	4
	3	10	8,00	4	12,00	0	4	0,3	-0,8472979	-4,00	4
	4	10	4,00	8	12,00	0	5	0,1	-2,1972246	-8,00	8
	5	10	6,00	8	12,00	0	5	0,1	-2,1972246	-6,00	8
	6	10	8,00	8	12,00	0	5	0,1	-2,1972246	-4,00	8
	7	10	4,00	10	12,00	0	5	0,1	-2,1972246	-8,00	10
	8	10	6,00	10	12,00	0	5	0,1	-2,1972246	-6,00	10
	9	10	8,00	10	12,00	0	5	0,1	-2,1972246	-4,00	10
2	1	5	2,00	2	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-6,00	2
	2	5	4,00	2	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-4,00	2
	3	5	6,00	2	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-2,00	2
	4	5	2,00	4	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-6,00	4
	5	5	4,00	4	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-4,00	4
	6	5	6,00	4	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-2,00	4
	7	5	2,00	6	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-6,00	6
	8	5	4,00	6	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-4,00	6
	9	5	6,00	6	8,00	0	2	0,7	0,84729786	-2,00	6

## **APÊNDICE B – Resultados da análise por Teoria de Filas**

$\lambda$ (veic/h)	IC (h)	s	$\mu$ (viagem/h)	TA (h)	$\rho$	$\rho_0$	Lq (veic)	Wq (h)	Wq (min)
5	0,2000	1	120	0,0083	0,0417	96%	0,0018	0,0004	0,0217
10	0,1000	1	120	0,0083	0,0833	92%	0,0076	0,0008	0,0455
15	0,0667	1	120	0,0083	0,1250	88%	0,0179	0,0012	0,0714
20	0,0500	1	120	0,0083	0,1667	83%	0,0333	0,0017	0,1000
25	0,0400	1	120	0,0083	0,2083	79%	0,0548	0,0022	0,1316
30	0,0333	1	120	0,0083	0,2500	75%	0,0833	0,0028	0,1667
35	0,0286	1	120	0,0083	0,2917	71%	0,1201	0,0034	0,2059
40	0,0250	1	120	0,0083	0,3333	67%	0,1667	0,0042	0,2500
45	0,0222	1	120	0,0083	0,3750	63%	0,2250	0,0050	0,3000
50	0,0200	1	120	0,0083	0,4167	58%	0,2976	0,0060	0,3571
55	0,0182	1	120	0,0083	0,4583	54%	0,3878	0,0071	0,4231
60	0,0167	1	120	0,0083	0,5000	50%	0,5000	0,0083	0,5000
65	0,0154	1	120	0,0083	0,5417	46%	0,6402	0,0098	0,5909
70	0,0143	1	120	0,0083	0,5833	42%	0,8167	0,0117	0,7000
75	0,0133	1	120	0,0083	0,6250	38%	1,0417	0,0139	0,8333
80	0,0125	1	120	0,0083	0,6667	33%	1,3333	0,0167	1,0000
85	0,0118	1	120	0,0083	0,7083	29%	1,7202	0,0202	1,2143
90	0,0111	1	120	0,0083	0,7500	25%	2,2500	0,0250	1,5000
95	0,0105	1	120	0,0083	0,7917	21%	3,0083	0,0317	1,9000
100	0,0100	1	120	0,0083	0,8333	17%	4,1667	0,0417	2,5000

$\lambda$ (veic/h)	IC (h)	s	$\mu$ (viagem/h)	TA (h)	$\rho$	$\rho_0$	Lq (veic)	Wq (h)	Wq (min)
5	0,2000	2	120	0,0083	0,0208	95,9184%	0,000018	0,000004	0,0002
10	0,1000	2	120	0,0083	0,0417	92,0000%	0,000145	0,000014	0,0009
15	0,0667	2	120	0,0083	0,0625	88,2353%	0,000490	0,000033	0,0020
20	0,0500	2	120	0,0083	0,0833	84,6154%	0,001166	0,000058	0,0035
25	0,0400	2	120	0,0083	0,1042	81,1321%	0,002285	0,000091	0,0055
30	0,0333	2	120	0,0083	0,1250	77,7778%	0,003968	0,000132	0,0079
35	0,0286	2	120	0,0083	0,1458	74,5455%	0,006338	0,000181	0,0109
40	0,0250	2	120	0,0083	0,1667	71,4286%	0,009524	0,000238	0,0143
45	0,0222	2	120	0,0083	0,1875	68,4211%	0,013664	0,000304	0,0182
50	0,0200	2	120	0,0083	0,2083	65,5172%	0,018905	0,000378	0,0227
55	0,0182	2	120	0,0083	0,2292	62,7119%	0,025405	0,000462	0,0277
60	0,0167	2	120	0,0083	0,2500	60,0000%	0,033333	0,000556	0,0333
65	0,0154	2	120	0,0083	0,2708	57,3770%	0,042877	0,000660	0,0396
70	0,0143	2	120	0,0083	0,2917	54,8387%	0,054238	0,000775	0,0465
75	0,0133	2	120	0,0083	0,3125	52,3810%	0,067641	0,000902	0,0541
80	0,0125	2	120	0,0083	0,3333	50,0000%	0,083333	0,01042	0,0625
85	0,0118	2	120	0,0083	0,3542	47,6923%	0,101592	0,001195	0,0717
90	0,0111	2	120	0,0083	0,3750	45,4545%	0,122727	0,001364	0,0818
95	0,0105	2	120	0,0083	0,3958	43,2836%	0,147088	0,001548	0,0929
100	0,0100	2	120	0,0083	0,4167	41,1765%	0,175070	0,001751	0,1050

$\lambda$ (veic/h)	IC (h)	s	$\mu$ (viagem/h)	TA (h)	$\rho$	$\rho_0$	Lq (veic)	Wq (h)	Wq (min)
5	0,2000	3	120	0,0083	0,0139	95,9189%	0,000000	0,0000	0,0000
10	0,1000	3	120	0,0083	0,0278	92,0044%	0,000008	0,0000	0,0000
15	0,0667	3	120	0,0083	0,0417	88,2494%	0,000039	0,0000	0,0002
20	0,0500	3	120	0,0083	0,0556	84,6473%	0,000122	0,0000	0,0004
25	0,0400	3	120	0,0083	0,0694	81,1916%	0,000294	0,0000	0,0007
30	0,0333	3	120	0,0083	0,0833	77,8761%	0,000603	0,0000	0,0012
35	0,0286	3	120	0,0083	0,0972	74,6948%	0,001105	0,0000	0,0019
40	0,0250	3	120	0,0083	0,1111	71,6418%	0,001866	0,0000	0,0028
45	0,0222	3	120	0,0083	0,1250	68,7117%	0,002958	0,0001	0,0039
50	0,0200	3	120	0,0083	0,1389	65,8990%	0,004464	0,0001	0,0054
55	0,0182	3	120	0,0083	0,1528	63,1988%	0,006476	0,0001	0,0071
60	0,0167	3	120	0,0083	0,1667	60,6061%	0,009091	0,0002	0,0091
65	0,0154	3	120	0,0083	0,1806	58,1162%	0,012418	0,0002	0,0115
70	0,0143	3	120	0,0083	0,1944	55,7246%	0,016572	0,0002	0,0142
75	0,0133	3	120	0,0083	0,2083	53,4271%	0,021679	0,0003	0,0173
80	0,0125	3	120	0,0083	0,2222	51,2195%	0,027875	0,0003	0,0209
85	0,0118	3	120	0,0083	0,2361	49,0980%	0,035302	0,0004	0,0249
90	0,0111	3	120	0,0083	0,2500	47,0588%	0,044118	0,0005	0,0294
95	0,0105	3	120	0,0083	0,2639	45,0984%	0,054487	0,0006	0,0344
100	0,0100	3	120	0,0083	0,2778	43,2133%	0,066589	0,0007	0,0400

$\lambda$ (veic/h)	IC (h)	s	$\mu$ (viagem/h)	TA (h)	$\rho$	$\rho_0$	Lq (veic)	Wq (h)	Wq (min)
5	0,2000	4	120	0,0083	0,0104	95,9189%	0,000000	0,000000	0,0000
10	0,1000	4	120	0,0083	0,0208	92,0044%	0,000000	0,000000	0,0000
15	0,0667	4	120	0,0083	0,0313	88,2497%	0,000004	0,000000	0,0000
20	0,0500	4	120	0,0083	0,0417	84,6482%	0,000015	0,000001	0,0000
25	0,0400	4	120	0,0083	0,0521	81,1936%	0,000044	0,000002	0,0001
30	0,0333	4	120	0,0083	0,0625	77,8799%	0,000108	0,000004	0,0002
35	0,0286	4	120	0,0083	0,0729	74,7015%	0,000229	0,000007	0,0004
40	0,0250	4	120	0,0083	0,0833	71,6526%	0,000439	0,000011	0,0007
45	0,0222	4	120	0,0083	0,0938	68,7280%	0,000776	0,000017	0,0010
50	0,0200	4	120	0,0083	0,1042	65,9226%	0,001290	0,000026	0,0015
55	0,0182	4	120	0,0083	0,1146	63,2314%	0,002039	0,000037	0,0022
60	0,0167	4	120	0,0083	0,1250	60,6498%	0,003094	0,000052	0,0031
65	0,0154	4	120	0,0083	0,1354	58,1732%	0,004536	0,000070	0,0042
70	0,0143	4	120	0,0083	0,1458	55,7972%	0,006457	0,000092	0,0055
75	0,0133	4	120	0,0083	0,1563	53,5178%	0,008961	0,000119	0,0072
80	0,0125	4	120	0,0083	0,1667	51,3308%	0,012167	0,000152	0,0091
85	0,0118	4	120	0,0083	0,1771	49,2325%	0,016205	0,000191	0,0114
90	0,0111	4	120	0,0083	0,1875	47,2191%	0,021217	0,000236	0,0141
95	0,0105	4	120	0,0083	0,1979	45,2871%	0,027363	0,000288	0,0173
100	0,0100	4	120	0,0083	0,2083	43,4332%	0,034813	0,000348	0,0209

$\lambda$ (veic/h)	IC (h)	s	$\mu$ (viagem/h)	TA (h)	$\rho$	$\rho_0$	Lq (veic)	Wq (h)	Wq (min)
5	0,2000	5	120	0,0083	0,0083	95,9189%	0,000000	0,000000	0,0000
10	0,1000	5	120	0,0083	0,0167	92,0044%	0,000000	0,000000	0,0000
15	0,0667	5	120	0,0083	0,0250	88,2497%	0,000000	0,000000	0,0000
20	0,0500	5	120	0,0083	0,0333	84,6482%	0,000002	0,000000	0,0000
25	0,0400	5	120	0,0083	0,0417	81,1936%	0,000007	0,000000	0,0000
30	0,0333	5	120	0,0083	0,0500	77,8801%	0,000021	0,000001	0,0000
35	0,0286	5	120	0,0083	0,0583	74,7017%	0,000052	0,000001	0,0001
40	0,0250	5	120	0,0083	0,0667	71,6531%	0,000113	0,000003	0,0002
45	0,0222	5	120	0,0083	0,0750	68,7289%	0,000223	0,000005	0,0003
50	0,0200	5	120	0,0083	0,0833	65,9240%	0,000411	0,000008	0,0005
55	0,0182	5	120	0,0083	0,0917	63,2335%	0,000710	0,000013	0,0008
60	0,0167	5	120	0,0083	0,1000	60,6529%	0,001170	0,000020	0,0012
65	0,0154	5	120	0,0083	0,1083	58,1775%	0,001848	0,000028	0,0017
70	0,0143	5	120	0,0083	0,1167	55,8031%	0,002818	0,000040	0,0024
75	0,0133	5	120	0,0083	0,1250	53,5255%	0,004167	0,000056	0,0033
80	0,0125	5	120	0,0083	0,1333	51,3408%	0,006001	0,000075	0,0045
85	0,0118	5	120	0,0083	0,1417	49,2452%	0,008443	0,000099	0,0060
90	0,0111	5	120	0,0083	0,1500	47,2350%	0,011636	0,000129	0,0078
95	0,0105	5	120	0,0083	0,1583	45,3068%	0,015745	0,000166	0,0099
100	0,0100	5	120	0,0083	0,1667	43,4571%	0,020957	0,000210	0,0126