

ANÁLISE DA DEMANDA POR TRANSPORTE COLETIVO RESPONSIVO À DEMANDA UTILIZANDO O MÉTODO DE PREFERÊNCIA DECLARADA

Juliana Sassi – UFRGS – Engenharia de Produção

julianasassi1@gmail.com

Orientadora: Christine Tessele Nodari, Dra. – UFRGS

piti@producao.ufrgs.br

Resumo

A inovação e tecnologia possibilitaram o desenvolvimento de aplicativos para solicitação de viagens urbanas, facilitando a oferta de diferentes serviços transporte. Nesse cenário, aumenta-se a facilidade da oferta dos serviços de transportes responsivos à demanda, como Uber e Cabify, que também podem ser utilizados para a oferta de um novo serviço: o transporte coletivo responsivo à demanda. Com o objetivo de identificar a demanda por esse serviço na cidade de Porto Alegre-RS, utilizou-se o método de Preferência Declarada, aplicando questionários que ilustram viagens hipotéticas e que permitem a avaliação conjunta de diversos atributos. Os resultados apontam que existe interesse da população em utilizar o transporte coletivo responsivo à demanda com tarifas mais altas do que a tarifa de ônibus convencional e a nova opção de serviço teve maior aceitação pelo público feminino.

Palavras-chave: transporte responsivo à demanda, preferência declarada, ônibus.

Abstract

Innovation and technology have enabled the development of applications for requesting urban travel, making it easier to offer different transport services. In this scenario, the provision of demand responsive transport services - such as Uber and Cabify – increase and can also be used to offer a new service: demand responsive collective transportation. In order to identify the demand for this service in the city of Porto Alegre-RS, the Declared Preference method was used, applying questionnaires that illustrate hypothetical trips and allow the joint evaluation of several attributes. The results indicate that there is an interest of the population in using the demand responsive collective transportation with fares higher than the conventional bus fare and the new service option was more accepted by the female community.

Keywords: demand responsive transportation, stated preference, bus.

1. Introdução

O transporte coletivo urbano tem papel importante nos deslocamentos dentro das cidades, pois permite a interligação entre diversas regiões das cidades (RODRIGUES; SORRATINI, 2009). Dessa maneira é possível auxiliar no melhor aproveitamento da infraestrutura, na redução de congestionamentos, na redução de impactos ambientais, além de ser uma alternativa economicamente viável para a maioria da população.

Em grandes cidades, o movimento de pessoas e produtos é diariamente intenso e acontece por diversos motivos: estudo, trabalho, lazer e outras necessidades individuais. A escolha do modo de transporte a ser utilizado considera vários fatores, dentre eles a qualidade do serviço, a disponibilidade, o nível de segurança e o custo envolvido (RODRIGUES; SORRATINI, 2009).

Nos últimos anos, a inovação e tecnologia têm apresentado soluções em muitas áreas e, em relação à mobilidade urbana não tem sido diferente, possibilitando o aprimoramento do transporte coletivo e de outras opções de transporte. Uma alternativa ao transporte que tem se tornado mais frequente em grandes cidades é a utilização de serviços de transportes responsivos à demanda, caracterizados pela possibilidade de serem solicitados por meio de aplicativos em dispositivos móveis. De acordo com Rayle *et al.* (2014), em um estudo feito na cidade de São Francisco - Estados Unidos, a utilização de aplicativos para solicitação de serviços de transporte é uma demanda latente para viagens urbanas, utilizada em sua maioria por jovens que buscam por curto tempo de espera e deslocamento.

A variabilidade de serviços de deslocamento oferecidos por aplicativos em dispositivos móveis tem aumentado nos últimos anos: existe a opção de táxi individual, a alternativa de dividir a corrida de táxi com outras pessoas durante o percurso, a opção de programar o transporte para todos os convidados de uma festa e a alternativa de foco deste estudo, transporte coletivo de passageiros.

A oferta de aplicativos e a utilização dessa tecnologia para a solicitação de serviços em Porto Alegre cresceu muito nos últimos anos (UBER, 2017; CABIFY, 2017). Considerando-se o grande número de pessoas que utiliza as ferramentas disponíveis nos celulares na região metropolitana de Porto Alegre, este trabalho tem por objetivo identificar se esse público aceitaria uma nova opção de serviço oferecida pelo aplicativo: o transporte coletivo.

O serviço de transporte coletivo solicitado por aplicativo possibilita que usuários com destinos semelhantes dividam o transporte com preços menores do que o transporte individual por aplicativo, e com maior comodidade, segurança e flexibilidade de rotas e horários que o transporte coletivo convencional (UBER, 2016). O transporte coletivo responsivo à demanda já é oferecido em algumas cidades no mundo, como Toronto e Seattle.

Este trabalho tem por objetivo identificar a demanda de serviços de transporte coletivo responsivo à demanda no mercado de Porto Alegre. Para isso utiliza o método de Preferência Declarada, que irá auxiliar na estimativa de uma função de demanda a partir das respostas aos questionários elaborados pela autora.

O presente artigo está arranjado em cinco seções. Além desta introdução, há o referencial teórico, que é apresentado na seção 2. Na seção 3 apresenta-se o método de trabalho utilizado, na seção 4 é apresentada a aplicação do método e as considerações finais são apresentadas na seção 5.

2. Referencial Teórico

Esta seção apresenta os tópicos que são importantes para o desenvolvimento do trabalho. As práticas existentes de transporte que podem ser afetadas com o novo modelo de solicitação de transporte, os desafios que as práticas existentes podem enfrentar no futuro e os atributos que são considerados no momento da escolha da modalidade de transporte.

2.1 Práticas existentes

As práticas existentes de transporte no cenário analisado são: ônibus, transporte coletivo oferecido em Porto Alegre e transportes responsivos à demanda.

2.1.1 Ônibus

A sustentabilidade urbana depende de que exista um transporte público atrativo aos usuários (KENNEDY, 2002). A baixa demanda de usuários acarreta em dois problemas aos usuários: (i) baixa frequência de oferta do serviço (longos tempos de espera) e (ii) em altos custos para os usuários, com altos valores de tarifa (MOHRING, 1972).

Como consequência de altos custos de operação e outros fatores como baixa qualidade do serviço, má gestão das empresas e idade média das frotas elevada, o transporte coletivo urbano vem perdendo competitividade ao longo dos últimos anos (NTU, 2016). No ano de 2015, o setor sofreu uma queda maior do que o esperado e, de acordo com o levantamento “Desempenho Operacional” realizado pela NTU (2016), a perda de usuários nos anos de 2014 e 2015 foi de 9%. Contudo, o ônibus ainda é responsável por boa parte das viagens urbanas realizadas no Brasil: totalizando 19,5% em 2014 (ANTP, 2016).

A frota de ônibus municipais no Brasil em 2014 era de 83,17 mil e o total de horas ocupadas em percursos de ônibus municipais e metropolitanos no Brasil foi de 10,2 bilhões. O total de horas em circulação em ônibus teve queda de 1,29% entre os anos de 2013 e 2014 (ANTP, 2016). Entre os anos de 2014 e 2015, a perda de passageiros transportados por ônibus foi de 9% (NTU, 2016).

Enquanto o transporte coletivo urbano apresenta forte queda na demanda, devido à queda na velocidade operacional e confiabilidade nos tempos de viagem, o transporte individual vem crescendo e há a migração de passageiros para automóveis e motocicletas (EMBARQ, 2014). As cidades brasileiras com mais de 60 mil habitantes têm uma frota estimada de 27 milhões de carros (ANPT, 2013).

2.1.2 Serviço de transportes responsivos à demanda

Transportes responsivos à demanda (TRD) são uma forma intermediária de transporte público que, mesmo com as linhas tradicionais de transporte, funcionam em veículos menores do que os ônibus convencionais, com rotas variadas e flexíveis (MAGEEAN; NELSON, 2003). Para Panjak *et al.* (2015), transportes responsivos à demanda são uma forma de transporte público que responde aos pedidos dos passageiros. De acordo com Brake *et al.* (2004), TRD pode ser definido como um modo de transporte intermediário e altamente flexível dando origem a uma ampla variedade de usos.

Nos últimos anos, avanços nas tecnologias de comunicação e informação possibilitaram o desenvolvimento de novos serviços que permitem uma grande variedade de opções por procura e oferta de serviços de transporte instantânea. Para Clewlow *et al.* (2017), o aumento da utilização de *smartphones* que permitem o acesso à informação e serviços causou um crescimento no conceito de “mobilidade

compartilhada”, que é a utilização de serviços de transporte compartilhada por diversos usuários (SHARED-USE MOBILITY CENTER, 2017).

Companhias como Lyft, Sidecar e Uber surgiram oferecendo aplicativos para celulares que permitem a comunicação entre usuários e motoristas. Utilizando um aplicativo para celular, passageiros solicitam o transporte para a realização de um percurso com um veículo dirigido por um motorista particular. A localização do passageiro é feita por GPS (*Global Positioning System*) e a tarifa é paga pelo cartão de crédito do usuário previamente cadastrado no aplicativo (RAYLE *et al.* 2014). Já existe a opção de pagar o serviço da Uber com dinheiro em algumas cidades, como Porto Alegre (UBER, 2017).

A companhia Uber triplicou o número de solicitações de viagens de carros por meio de seu aplicativo nos quatro primeiros meses de 2016 na América Latina, que se tornou a região de mais rápido crescimento para a empresa. A convergência de uso generalizado de smartphones e transporte público insuficiente tem gerado uma demanda crescente, do México à Argentina (BLOOMBERG, 2016).

Com o crescimento da utilização de aplicativos para a solicitação de serviços de transporte, as empresas enxergaram a oportunidade de um novo modelo de serviço: o táxi-ônibus responsivo à demanda, com minivans e micro-ônibus. O serviço é semelhante a um táxi tradicional: o passageiro solicita uma corrida, porém, em vez de o carro buscá-lo, ele é quem deve caminhar até um ponto combinado para encontrar com motoristas e outros passageiros. O mesmo acontece no momento em que chega ao destino, onde há pontos estabelecidos anteriormente para o desembarque (UBER, 2016).

O transporte coletivo responsivo à demanda apresenta flexibilidade de rotas e horário e facilidade na solicitação do serviço, por meio de um *smartphone*, permitindo aos usuários uma maior aceitação a esse tipo de serviço. A diferença desse transporte coletivo para os ônibus regulares é exatamente o atendimento aos interesses do indivíduo. Não é o passageiro que se adapta à rota do ônibus, mas ele que flexibiliza a rota para atender o passageiro.

A grande utilização de *smartphones* possibilitou o crescimento de serviços oferecidos por companhias como a Uber, mas a necessidade de agregar e organizar viagens de uma maneira eficiente ainda é um problema de otimização. Em Helsinque, Finlândia, foi desenvolvido um sistema de transporte coletivo responsivo à demanda (Kutsuplus), mas em 2016 o serviço foi descontinuado por problemas de escala de

usuários e veículos disponíveis e por não conseguir atender à demanda (FREI *et al.*, 2017).

Atasoy *et al.* (2015), desenvolveram um serviço flexível para Tóquio - Japão que agrega os pedidos de usuários e, dependendo no volume e distribuição das origens e destinos, um veículo para até 8 passageiros é designado para atender à demanda, podendo ser um táxi (1 pedido), táxi compartilhado (mais de um pedido em locais próximos), ou ônibus com rota flexível (muitos pedidos para um táxi flexível).

Viegas e Martinez (2016) simularam como seria o trânsito de Lisboa, Portugal, com sistemas de táxi-ônibus com oito e dezesseis lugares, acionados sob demanda por um aplicativo de celular. Dentre os resultados, concluiu-se que o congestionamento deixaria de existir, que as emissões de gases diminuiriam em um terço e que as cidades poderiam deixar 95% dos estacionamentos livre para outros usos (ITF, 2016).

2.2 Atributos para escolha de transporte

A mobilidade urbana é muito importante para a qualidade de vida da população, pois os deslocamentos de pessoas são diários, frequentes e impactam diretamente na dinâmica urbana. A escolha do modal a ser utilizado depende das características de cada viagem e da decisão final do usuário. Geralmente, o usuário deseja um transporte eficiente e com o qual ele possa fazer seu deslocamento com qualidade (ANTUNES; SIMÕES, 2013).

Dentre os atributos considerados importantes para a utilização de ônibus, podem ser citados: (i) acesso ao transporte, facilidade de chegar aos pontos de acesso e circulação; (ii) disponibilidade, intervalo de tempo entre os ônibus nos horários e locais demandados; (iii) rapidez no deslocamento; (iv) confiabilidade, chegada no horário previsto (v) atendimento ao cliente, respeito, cordialidade e preparo dos motoristas, cobradores, funcionários e central de atendimento; (vi) segurança pública contra roubos, furtos e agressões no caminho e dentro dos ônibus; (vii) facilidade para pagar, tarifa e recarregar o cartão de transporte e (viii) gasto com transporte coletivo por ônibus (EMBARQ Brasil, 2014).

Santos (2010) divide os atributos de escolha pelo transporte entre leves e primários. Dentre os atributos leves, encontram-se: (i) qualidade e segurança do espaço urbano, (ii) conveniência das paradas, (iii) conforto dos veículos, (iv) segurança pessoal nas paradas e nos veículos, (v) estética das paradas e dos veículos e número de

integrações necessárias para chegar no destino. Os atributos primários são: (i) duração da caminhada até o transporte ou até o destino final, (ii) tempo de espera na parada, (iii) tempo de embarque e desembarque, (iv) tempo de deslocamento no veículo, (v) tempo nas transferências e (vi) custo da viagem.

Para Ferraz e Torres (2004), os principais atributos do sistema de transporte público são: (i) acessibilidade, (ii) tempo de viagem, (iii) pontualidade, (iv) lotação, (v) confiabilidade, (vi) característica dos veículos, (vii) características dos pontos de paradas, (viii) segurança, (ix) sistema de informação e (x) comportamento dos operadores.

Boa parte dos atributos analisados para a utilização dos ônibus também são considerados para a utilização de transportes solicitados por aplicativos, como a disponibilidade, a confiabilidade, o atendimento, o preço e a segurança.

2.3 Desafios para o transporte coletivo

Com o surgimento de novas alternativas para o transporte, a queda da utilização do sistema de ônibus urbano pode ser ainda maior. No Brasil, ainda é muito difícil oferecer um serviço que atenda à necessidade de levar o passageiro ao seu destino no menor tempo possível e por um custo condizente com seu orçamento (NTU, 2016).

A mobilidade responsiva à demanda pode modificar radicalmente os tradicionais serviços de ônibus: a possibilidade de utilização de táxi-ônibus que funcionam apenas com a utilização de um *smartphone* pode acabar com os serviços de ônibus conhecidos hoje. Estas alterações são bastante prováveis e, tanto as empresas que controlam o transporte coletivo, quanto os responsáveis pelas decisões políticas, podem dificultar a implantação dos novos modelos de serviço (ITF, 2016).

3. Procedimentos Metodológicos

A seguir, será apresentado o cenário de aplicação da metodologia, o método de pesquisa utilizado e uma breve explicação da metodologia aplicada, que é a Preferência Declarada.

3.1 Descrição do cenário

O presente trabalho avalia a demanda por um novo serviço na cidade de Porto Alegre, que conta com um sistema de transporte coletivo de aproximadamente 230 linhas

de ônibus dividido em quatro bacias operacionais. Três delas estão os consórcios Norte, Leste e Sul, que realizam o trajeto nos sentidos bairro-Centro e a outra bacia fica a cargo da Carris e corresponde às linhas transversais, que interligam zonas da cidade.

As tarifas do transporte de Porto Alegre são definidas pela EPTC (Empresa Pública de Transporte e Circulação). A empresa também planeja, fiscaliza e regula todo o sistema de transporte da cidade de Porto Alegre. Ao todo, a população é atendida por 403 lotações, 623 veículos escolares, 3.920 táxis e 1.704 ônibus (EPTC, 2016).

De acordo com o relatório Transporte em Números da EPTC (2016), a demanda média por ônibus em Porto Alegre, no ano de 2010, era de aproximadamente 807 mil passageiros. Já em 2011, esse número era de 789 mil, apresentando uma queda de 2,23% na demanda média diária.

Além dos ônibus, Porto Alegre conta com um sistema de lotação, que opera com veículos do tipo micro-ônibus distribuídos em 29 linhas. A tarifa é fixada entre 1,4 e 1,5 vezes o valor da tarifa do ônibus. O sistema de transporte por lotação em Porto Alegre transportou, em 2010, aproximadamente 57 mil passageiros por dia (EPTC, 2016).

Uma terceira opção de locomoção em Porto Alegre são os carros que, em 2015 totalizavam uma frota de 820 mil veículos. Esse número representa uma proporção de 1,7 pessoas por carro no município, um crescimento de 37% em 10 anos. (DETRAN, 2015). Esse grande número de veículos circulando na cidade causa grandes congestionamentos devido à desconexão entre o crescimento no número de veículos e a melhoria da malha viária da cidade.

Outra opção de locomoção em Porto Alegre é a utilização de serviços de táxi, que são solicitados por aplicativos de dispositivos móveis. Atualmente existem algumas empresas que realizam esse tipo de serviço: Uber, Cabify, Easytaxi e 99Taxis. Elas trabalham com motoristas cadastrados que realizam viagens com preços tabelados que dependem da distância percorrida e, no caso da Uber, também do tempo e da disponibilidade de veículos.

3.2 Método de pesquisa

A natureza do trabalho é aplicada, pois determinou uma função de demanda para um novo tipo de serviço em Porto Alegre. Quanto à abordagem utilizada, é quantitativa, com aspectos qualitativos, pois foram utilizados dados de entrada qualitativos e quantitativos, que resultaram em dados quantitativos. O trabalho tem caráter exploratório, pois visa estudar a aceitação das pessoas com uma nova opção de serviço

de transporte. Em relação ao tipo de pesquisa, este trabalho utilizou a (i) pesquisa bibliográfica, para a identificação dos atributos de escolha para utilização do transporte coletivo e a (ii) pesquisa experimental, pois analisou os atributos considerados na seleção de um tipo de transporte.

3.3 Caracterização do método de trabalho

De acordo com Souza (2002), o estudo de alternativas hipotéticas é necessário em alguns casos na área de transportes para que seja realizado um estudo de um sistema completamente novo ou pequenas mudanças em um sistema existente. Dessa maneira é possível identificar a aceitação de novas alternativas pelos usuários.

Um método que considera diferentes atributos e as influências individuais e conjuntas desses atributos no processo de escolha do consumidor é o método da Preferência Declarada. Para Kroes e Sheldon (1988), métodos de Preferência Declarada fazem parte de uma família de técnicas e procedimentos que utilizam respostas individuais a respeito da preferência a partir de um conjunto de opções, de modo a estimar funções utilidade. A Preferência Declarada estima a demanda baseada na análise de respostas a escolhas hipotéticas, isso permite abranger um grande número de atributos e condições no estudo que poderiam acontecer em um sistema real (WEBER, 2015).

O método de Preferência Declarada já foi utilizado em algumas situações para comparar algumas situações envolvendo tipos de transporte, como no estudo de Arentze e Molin (2013), que buscou examinar os *trade-offs* entre custo, tempo e inconvenientes que influenciam a escolha entre veículo pessoal, transporte público e opções multimodais, variando as distâncias dos percursos.

O presente artigo utiliza o método de Preferência Declarada para identificar a demanda de um novo tipo de serviço na cidade de Porto Alegre: o transporte coletivo responsivo à demanda. Para isso, serão realizadas as seguintes etapas: (i) seleção da amostra, (ii) elaboração dos questionário para definição dos atributos, (iii) aplicação do questionário, (iv) elaboração dos cartões de Preferência Declarada, (v) aplicação do questionário de Preferência Declarada e (vi) análise dos dados.

A primeira etapa é a seleção da amostra, composta por moradores da cidade de Porto Alegre que utilizam o transporte público ou aplicativos de serviços responsivos à demanda. A segunda etapa consiste na elaboração do questionário preliminar para identificação dos atributos relevantes para a pesquisa de preferência declarada. A

terceira etapa é a aplicação do questionário preliminar de forma *on-line* para que possa ser atingido um grande público em um curto período de tempo.

A quarta etapa consiste na elaboração dos cartões de Preferência Declarada, utilizando os atributos escolhidos na etapa anterior. Para a elaboração dos questionários, utilizou-se um projeto experimental estruturado usando um desenho eficiente (ROSE E BLIEMER, 2009) e implementado no *software NGene*, (CHOICE METRICS, 2013).

Foi utilizado o desenho eficiente para que fosse possível gerar estimativas de parâmetros com os menores erros padrão possíveis. Os erros padrão podem ser determinados através da matriz de variância-covariância (AVC), baseados na experiência subjacente e algumas informações anteriores (estudos semelhantes realizados) sobre as estimativas dos parâmetros. A medida de eficiência utilizada foi o D-erro, que é o determinante da matriz de AVC, para apenas um indivíduo. O objetivo é minimizar este erro de eficiência e obter um design D-ótimo (com o menor D-erro) (ROSE E BLIEMER, 2009).

Os parâmetros iniciais implementados em *NGene* (Choice Metrics, 2013), são de estudos anteriores realizados e, com o objetivo de considerar a incerteza em relação aos parâmetros iniciais, os novos valores dos parâmetros foram utilizados para gerar um desenho eficiente Bayesiano, o qual considera que os parâmetros são aleatórios ao invés de fixos. Para o cálculo da eficiência, foi usada uma sequência de Halton. Na sequência Halton, as estimativas dos parâmetros para cada entrevistado simulado é mantida constante ao longo de várias iterações de geração de desenho, precisando de menos iterações que outros métodos.

A etapa cinco é a aplicação do questionário, realizada *on-line*. Essa etapa resulta em respostas que mostram as probabilidades de utilização no novo serviço em relação aos serviços de transportes já existentes na cidade. Na última etapa é realizada a análise estatística a partir das respostas obtidas nos questionários, essa análise resulta na estimativa das funções de demanda para o serviço de transporte coletivo solicitado por aplicativo. Nessa etapa é possível, então, identificar se há demanda pelo novo serviço na cidade de Porto Alegre e sugerir quais os atributos são mais importantes para a seleção de um serviço de transporte.

4. Resultados e Discussão

Nesta seção será apresentada a realização das etapas descritas no procedimento metodológico.

- **Etapa 1: Definição da amostra**

A amostra é composta por moradores da cidade de Porto Alegre e região metropolitana que realizam deslocamentos diários em Porto Alegre.

- **Etapa 2: Elaboração do questionário para definição dos atributos**

O questionário para definição de atributos foi desenvolvido baseado nos atributos encontrados na revisão da literatura realizada desse artigo. Foram escolhidos os atributos citados pelo maior número de autores, sendo eles: acesso ao transporte (facilidade de chegar aos pontos de acesso, como paradas de ônibus, garagens, estacionamentos), tempo de viagem, pontualidade, segurança, custo, cordialidade e conforto. A pergunta realizada foi “Quais os principais aspectos que você considera no momento de decidir que tipo de transporte irá utilizar? Lembrando que as opções incluem transporte coletivo, carro, táxi e serviços por aplicativos (Uber, Cabify). Selecione 3 opções:”.

- **Etapa 3: Aplicação do questionário para definição dos atributos**

A aplicação do questionário foi realizada *on-line* e foi divulgada em grupos de redes sociais, atingindo um total de 169 respostas. Os atributos com maior número de votos são apresentados na Tabela 1.

Tabela1: Resultado da pesquisa para escolha de atributos

Atributo	Número respostas	Percentual
Custo	132	78,10%
Acesso ao transporte	117	69,20%
Segurança	101	59,80%
Tempo de viagem	92	54,40%
Conforto	28	16,60%
Pontualidade	25	14,80%
Cordialidade	7	4,10%

- **Etapa 4: Elaboração do questionário preferência declarada**

O questionário do experimento de preferência declarada foi elaborado considerando 2 tipos de transporte: ônibus convencional e ônibus por aplicativo (transporte coletivo responsivo à demanda). A elaboração do questionário foi realizada

com o auxílio do *software NGene* (Choice Metrics, 2013), considerando os atributos escolhidos no questionário citados na Etapa 3. Houve o acréscimo do atributo ‘tempo de espera’ por ser considerado um fator importante na comparação entre os tipos de transporte pesquisados. O atributo ‘segurança’ não foi considerado explicitamente nas opções por ser um atributo de difícil mensuração, contudo foi considerado nesse estudo e explicado e aos respondentes que a opção do ônibus por aplicativo é mais segura por duas razões: (i) os usuários podem esperar o veículo em locais mais seguros e (ii) os usuários que utilizam o serviço são rastreáveis, pois tem um cadastro prévio no aplicativo.

No *NGene* foram incluídos os atributos com parâmetros iniciais apresentados na Tabela 2. Como não há informação prévia disponível sobre os parâmetros, as estimativas dos parâmetros iniciais foram adotadas a partir de um estudo realizado por Frei *et al.* (2017) e, partir destes valores, foi gerado o projeto D-eficiente. O D-erro Bayesiano (medida de eficiência utilizada para desenhos bayesianos) foi de 0,3 para o experimento, valores aceitáveis para este tipo de desenho (Choice Metrics, 2013).

Tabela 2 – Valores iniciais dos atributos

Atributo	Valor inicial
Tempo no veículo	-0,068
Tempo de espera	-1
Distância de acesso	-0,07
Custo	-0,23

Também foram consideradas as seguintes restrições: (i) que distância de caminhada do ônibus convencional fosse sempre maior ou igual a do ônibus por aplicativo e (ii) que o tempo de espera pelo ônibus convencional fosse sempre maior ou igual ao do ônibus por aplicativo. As restrições consideradas foram consideradas, pois, no caso da oferta do serviço coletivo responsivo à demanda em Porto Alegre, o serviço seria desenhado para atender essas restrições. Foram considerados 3 diferentes níveis de valores para cada atributo, com exceção do custo para o ônibus convencional, que foi fixado, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Número de níveis dos atributos

Atributo	Número de Níveis		Descrição
	Ônibus convencional	Ônibus por aplicativo	
Tempo no veículo	3	3	alto, médio e baixo
Tempo de espera	3	3	alto, médio e baixo

Distância de acesso	3	3	alto, médio e baixo
Custo	1	3	alto, médio e baixo

O resultado dessa etapa foram 12 cartões comparando as opções, como é apresentado na Tabela 4.

Tabela 4: Experimento de preferência declarada

Situação	Tempo no veículo ônibus convencional (min)	Tempo de espera ônibus convencional (min)	Distância de acesso ônibus convencional (quadras)	Custo ônibus convencional (R\$)	Tempo no veículo ônibus aplicativo (min)	Tempo de espera ônibus aplicativo (min)	Distância de acesso ônibus aplicativo (quadras)	Custo ônibus aplicativo (R\$)
1	0	30	4	4,05	1	7,5	5	5,25
2	0	30	6	4,05	2	5	1	3,45
3	2	50	4	4,05	0	7,5	5	3,45
4	1	40	6	4,05	1	2,5	5	4,65
5	2	50	2	4,05	0	7,5	1	4,65
6	1	40	4	4,05	1	2,5	5	4,05
7	2	50	6	4,05	0	5	1	4,65
8	0	30	2	4,05	1	2,5	1	4,05
9	1	40	2	4,05	2	7,5	1	3,45
10	0	30	4	4,05	2	5	1	5,25
11	1	40	6	4,05	2	2,5	5	4,05
12	2	50	4	4,05	0	5	1	5,25

A partir dos dados apresentados na Tabela 4, foram elaborados 12 cartões com as diferentes situações comparando o ônibus convencional com o ônibus por aplicativo. A Figura 1 apresenta um modelo de cartão utilizado.



Cenário 1		
Atributos	Ônibus convencional 	Ônibus por aplicativo 
Tempo no veículo	30 minutos	40 minutos
Tempo de espera	10 minutos	7,5 minutos
Distância de acesso	4 quadras	de 2 a 3 quadras
Custo	R\$ 4,05	R\$ 5,25

Figura 1: Cartão utilizado em questionário

• Etapa 5: Aplicação do questionário

A aplicação do questionário de experimento de preferência declarada foi realizada *on-line* com o auxílio da ferramenta *Google Docs*. O questionário foi disponibilizado para respostas no período de 28/05/2017 a 04/06/2017 e o número total

de respondentes foi de 148. Além das perguntas do experimento de preferência declarada, havia as seguintes perguntas: (i) idade, (ii) gênero e (iii) escolaridade.

- **Etapa 6: Análise dos dados**

A análise dos dados foi realizada e o modelo de escolha foi estimado de duas formas: no Excel usando a forma linearizada da função de utilidade e através do *software* estatístico Biogeme. Ambos os *softwares* estimaram funções da mesma maneira, por isso foi possível comparar os resultados obtidos. A diferença encontrada nas funções obtidas das duas maneiras foi o sinal das constantes: negativa para a função de ônibus convencional e positiva para a função do ônibus por aplicativo. O fato de haver sinais diferentes é coerente, pois afirma a predisposição positiva pelo ônibus por aplicativo um e negativa pelo ônibus convencional nos cenários apresentados.

Na análise feita no *software* Biogeme, foi encontrado um *p-value* significativo para os atributos custo, tempo de espera e tempo no veículo. O valor de r^2 encontrado foi de 0,411. Foram encontradas duas funções utilidade (1) e (2). Nessa análise foi realizada a comparação entre as opções de transporte utilizando o ônibus convencional como a opção principal, por isso o termo independente fica em sua função utilidade.

$$U_{\text{ônibus aplicativo}} = -0,06 * \text{tempo no veículo} - 0,175 * \text{tempo de espera} - 0,0578 * \text{distância de acesso} - 1,12 * \text{custo} \quad (1)$$

$$U_{\text{ônibus}} = -0,816 - 0,06 * \text{tempo no veículo} - 0,175 * \text{tempo de espera} - 0,0578 * \text{distância de acesso} - 1,12 * \text{custo} \quad (2)$$

De acordo com as funções (1) e (2) encontradas, pode-se concluir que, pelo sinal negativo no termo independente para a função utilidade para o ônibus convencional, existe interesse da população entrevistada em utilizar o serviço de ônibus por aplicativo. A partir disso, foram feitas análises, fixando os valores das variáveis de tempo no veículo, de tempo de espera e de distância de acesso e variando o valor da variável de custo, de acordo com a Tabela 5. Com esses valores foi possível calcular a probabilidade de escolha dos usuários para diferentes tarifas adotadas pelo ônibus por aplicativo, mantendo-se as demais variáveis fixas, conforme apresentado na Figura 2.

Tabela 5: Valores dos atributos para cálculos

Atributos	Ônibus	Ônibus por aplicativo
Tempo no veículo	30 min	40 min
Tempo de espera	10 min	7,5 min
Distância de acesso	4 quadras	2,5 quadras
Custo	R\$ 4,05	Variando de R\$ 2,50 a R\$ 8,00

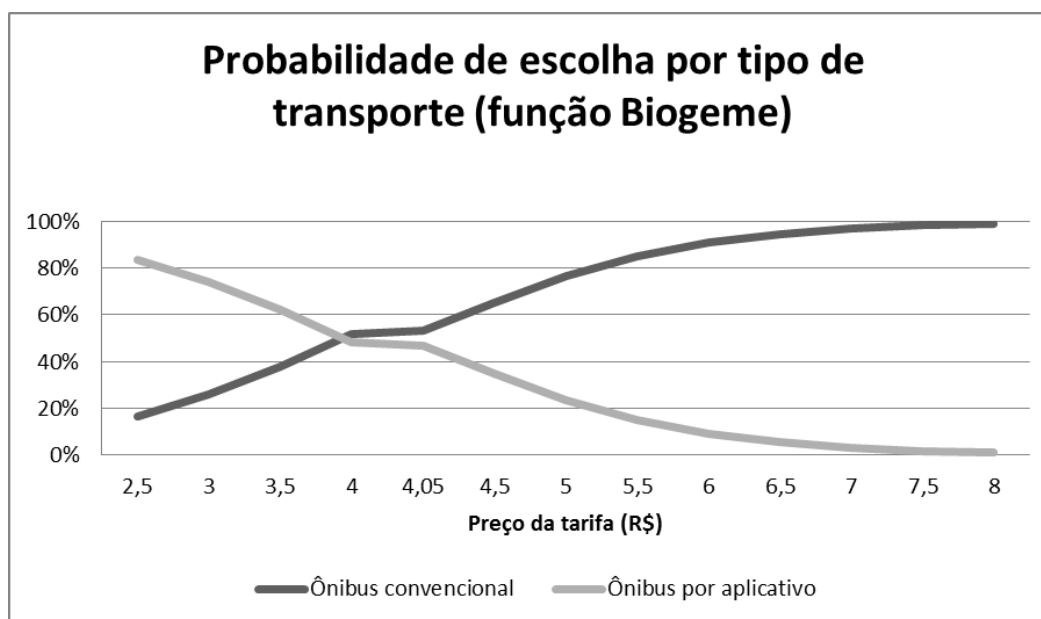


Figura 2: Probabilidade de escolha por transporte (função Biogeme)

A probabilidade de escolha entre ônibus convencional e ônibus por aplicativo, de acordo com as funções utilidade encontradas e os valores fixados das variáveis, muda quando o valor pago pelo ônibus por aplicativo é de R\$ 4,00. Com esse valor de tarifa o ônibus por aplicativo teria uma fatia de mercado de 50%. Caso o ônibus por aplicativo opere com a tarifa atual do ônibus convencional (R\$ 4,05), o sistema por aplicativo teria uma fatia de mercado de 47%.

Em um cenário em que o atributo Tempo no veículo fosse de 20 minutos, a probabilidade de escolha pelo ônibus por aplicativo seria maior até o custo de aproximadamente R\$ 5,00. Além disso, a fatia de mercado alcançada com a tarifa atual do ônibus convencional seria de 76%, conforme ilustrado pela Figura 3.

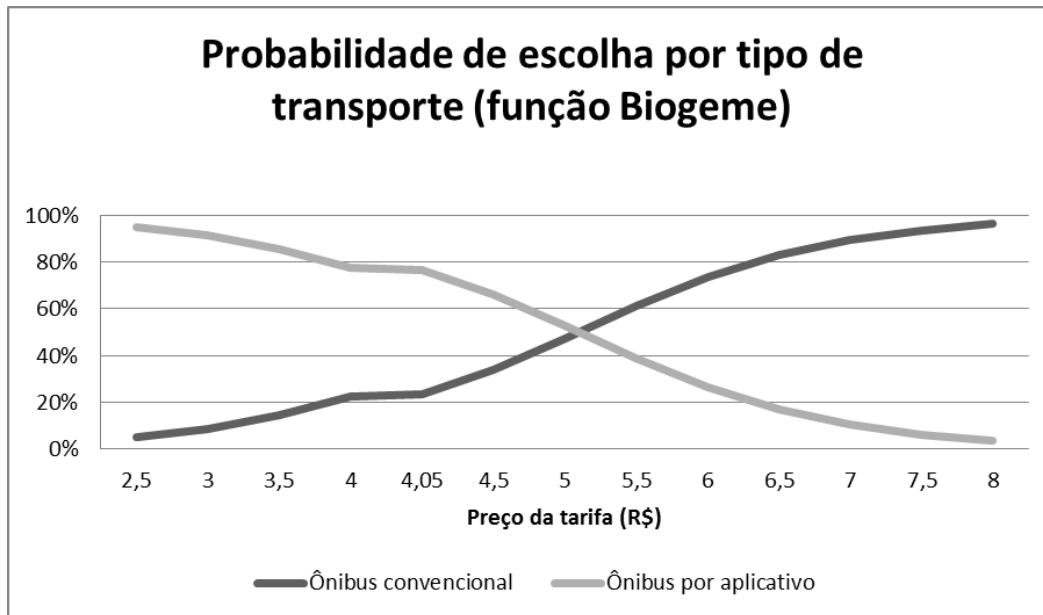


Figura 3: Probabilidade de escolha por tipo de transporte (Biogeme) com tempo no veículo de 20 minutos

Na análise de regressão linear feita no *software* Excel, foi encontrado um *p-value* significativos para todos os atributos. O valor de r^2 encontrado foi de 0,326. Foram encontradas duas funções utilidade (3) e (4). Nessa análise o modelo foi estimado comparando as opções de transporte utilizando o ônibus por aplicativo como a opção principal, por isso o termo independente fica em sua função utilidade.

$$U_{\text{ônibus aplicativo}} = 0,64 - 0,07 * \text{tempo no veículo} - 0,186 * \text{tempo de espera} - 0,162 * \text{distância de acesso} - 1,18 * \text{custo} \quad (3)$$

$$U_{\text{ônibus}} = -0,07 * \text{tempo no veículo} - 0,186 * \text{tempo de espera} - 0,162 * \text{distância de acesso} - 1,18 * \text{custo} \quad (4)$$

De acordo com as funções (3) e (4) encontradas, pode-se concluir que, pelo sinal positivo do termo independente na função utilidade para o ônibus aplicativo, existe interesse da população entrevistada em utilizar o serviço. A partir disso, foram feitas as mesmas análises feitas com as funções (1) e (2), fixando os valores de acordo com a Tabela 5. Com esses valores foi possível calcular a probabilidade de escolha dos usuários, conforme apresentado na Figura 4.

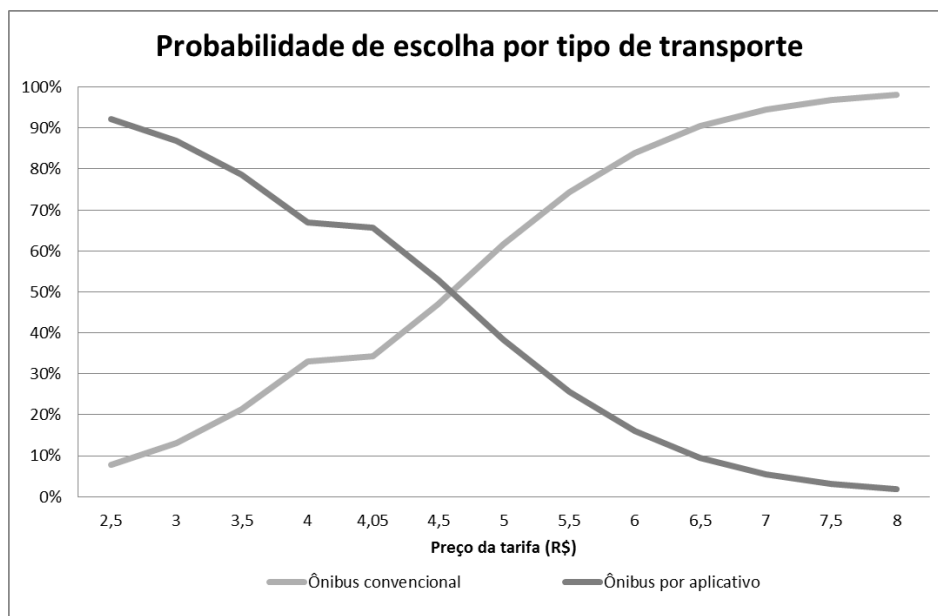


Figura 4: Probabilidade de escolha por tipo de transporte (função Excel)

A probabilidade de escolha entre ônibus convencional e ônibus por aplicativo, de acordo com as funções utilidade encontradas e os valores fixados das variáveis, muda quando o valor pago pelo ônibus por aplicativo é de R\$ 4,50. É possível observar que, ainda que a tarifa do sistema por aplicativo seja 11,11% superior ao praticado hoje pelo ônibus convencional, o sistema por aplicativo teria 50% da demanda de usuários optando pelo seu uso. Caso o ônibus por aplicativo opere com a tarifa atual do ônibus convencional (R\$ 4,05), o sistema por aplicativo teria uma fatia de mercado de 66%.

A partir do valor de R\$ 4,50, os usuários passam a considerar o deslocamento utilizando o ônibus convencional e, para que os usuários possam optar pelo ônibus por aplicativo, os outros atributos deveriam ser mais atraentes para os usuários. Em um cenário em que o atributo Tempo no veículo fosse de 20 minutos, a probabilidade de escolha pelo ônibus por aplicativo seria maior até a tarifa de aproximadamente R\$ 5,50. Além disso, a fatia de mercado alcançada com a tarifa atual do ônibus convencional seria de 89%, conforme ilustrado pela Figura 5.

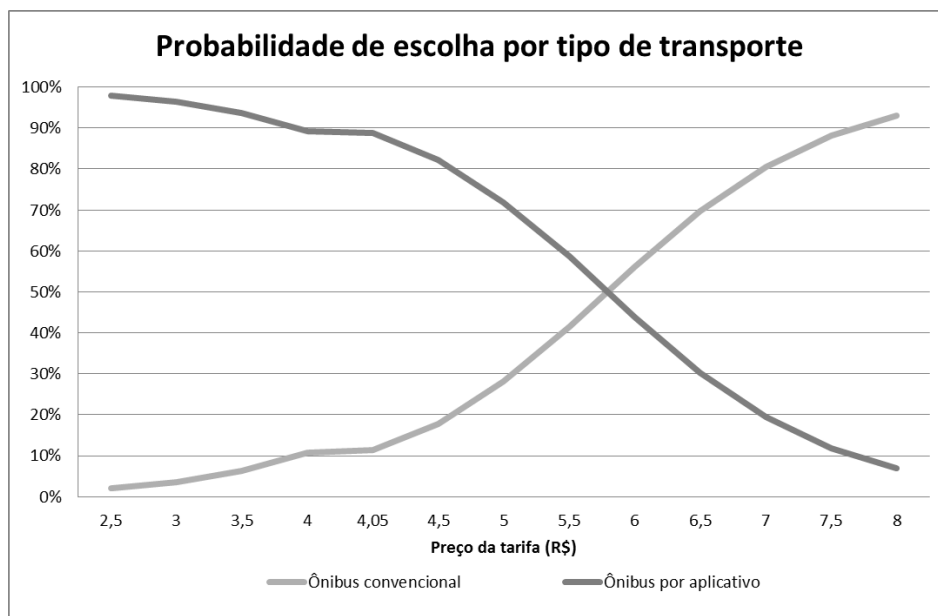


Figura 5: Probabilidade de escolha por tipo de transporte (Excel) com tempo no veículo de 20 minutos

A utilização do *software* Biogeme permitiu testar a significância das variáveis de Gênero e Escolaridade da população que respondeu ao questionário. A variável Escolaridade não foi significativa, mas a variável Gênero foi significativa e mostrou que homens preferem a opção de ônibus convencional, portanto as mulheres são mais sensíveis à nova opção de transporte apresentada. A partir dessas informações, foram feitas novas análises em Excel considerando apenas o público feminino que respondeu ao questionário, resultando em duas novas funções utilidade (5) e (6).

$$U_{\text{ônibus aplicativo}} = 0,86 - 0,06 * \text{tempo no veículo} - 0,18 * \text{tempo de espera} - 0,18 * \text{distância de acesso} - 1,26 * \text{custo} \quad (5)$$

$$U_{\text{ônibus}} = -0,06 * \text{tempo no veículo} - 0,18 * \text{tempo de espera} - 0,18 * \text{distância de acesso} - 1,26 * \text{custo} \quad (6)$$

O sinal positivo na variável independente da função utilidade para o ônibus aplicativo confirma o interesse da população feminina entrevistada em utilizar o serviço. A partir disso, foram feitas as análises fixando os valores das variáveis de acordo com a Tabela 5. Com esses valores foi possível calcular a probabilidade de escolha das usuárias, conforme apresentado na Figura 6.

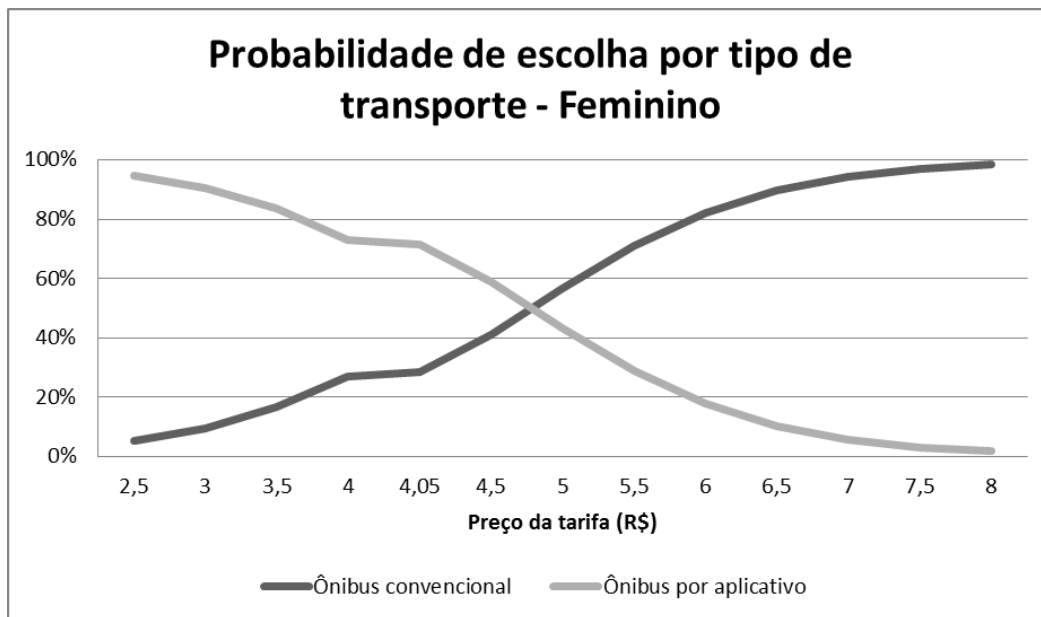


Figura 6: Probabilidade de escolha por tipo de transporte para o público feminino

De acordo com as funções (5) e (6) e os valores fixados das variáveis, a fatia de mercado é igual para as duas alternativas com uma tarifa de aproximadamente R\$ 4,50. O resultado aqui encontrado é bastante semelhante ao que foi encontrado para a população original respondente. Caso o ônibus por aplicativo opere com a tarifa atual do ônibus convencional (R\$ 4,05), o sistema por aplicativo teria uma fatia de mercado de 72%.

Alterando-se os valores dos atributos para o ônibus por aplicativo, observa-se mudança nas probabilidades de escolha. Assumindo o Tempo no veículo de 15 minutos (metade do tempo em ônibus convencional) e o tempo de espera de 5 minutos, quando a tarifa paga é de R\$ 4,50, a probabilidade de utilização do ônibus passa para 92%. A fatia de mercado do ônibus convencional só será maior quando a tarifa paga pelo ônibus por aplicativo passar a ser aproximadamente 44,44% maior do que a tarifa atual do ônibus convencional. As análises são ilustradas na Figura 7.

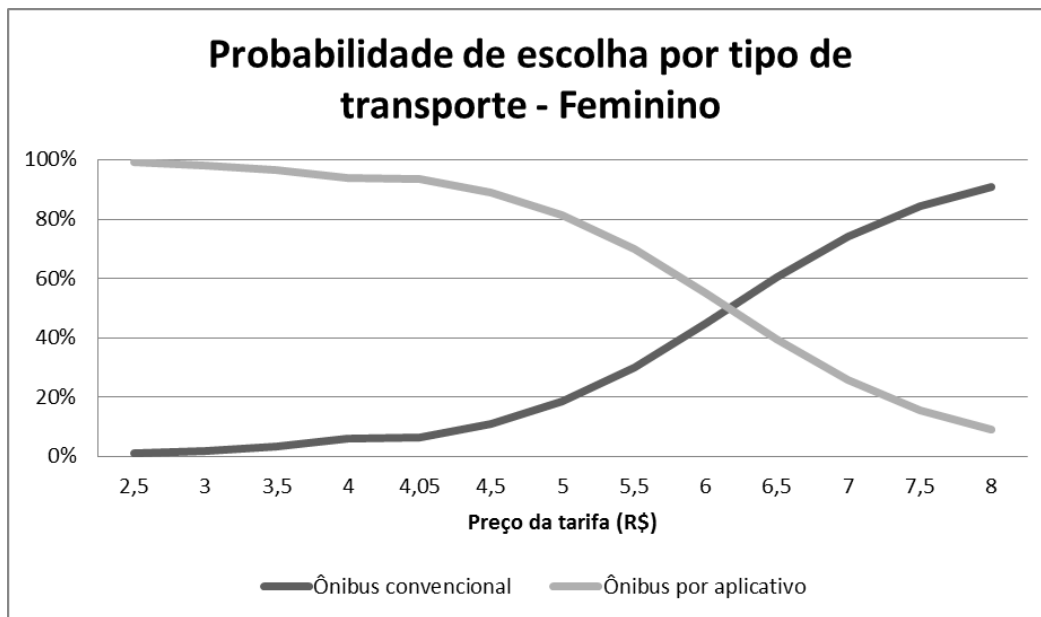


Figura 7: Probabilidade de escolha por tipo de transporte com tempo no veículo de 15 minutos e tempo de espera de 5 minutos

5. Considerações finais

Considerar as diferentes opções de transporte existentes e a possibilidade de existir novas opções é fundamental para o desenvolvimento e planejamento da infraestrutura de uma cidade. Tendo como objetivo determinar as funções utilidade para a oferta de um novo tipo de serviço de transporte na cidade de Porto Alegre, conclui-se que existe interesse no serviço de ônibus por aplicativo.

As análises realizadas utilizando o método de Preferência possibilitaram ilustrar aos respondentes da pesquisa como seria a nova opção de serviço e quais os atributos que mais seriam impactados. Esse método também possibilita mostrar vantagens e desvantagens dos tipos de serviços pesquisados e comparar diversos cenários com viagens hipotéticas, o que facilita a compreensão para os respondentes.

Foi possível observar que, mesmo com o atributo Tempo no Veículo maior para o ônibus por aplicativo, com o valor atual da tarifa de ônibus, o percentual de usuários da nova opção seria maior. O atributo de maior influência nas análises foi o atributo de Custo que, a cada variação, modificava de maneira bastante rápida o percentual de possível mercado alcançado.

Observou-se também que a segurança é um atributo de grande peso para a escolha de um modelo de serviço de transporte em Porto Alegre. Apesar de não ser um atributo apresentado com variações nos cartões de Preferência Declarada, foi enfatizado

aos respondentes que o ônibus por aplicativo tem maior nível de segurança para os usuários do que o ônibus convencional. Esse fator foi considerado no momento da escolha em cada cenário.

O público feminino foi mais sensível à possibilidade de existência de um novo serviço de transporte em Porto Alegre, talvez pelo fato de considerar a segurança mais do que o público masculino. E quando os valores dos atributos Tempo no veículo, Tempo de espera e Deslocamento são melhores para o ônibus por aplicativo, a probabilidade de escolha por essa opção é maior até que a tarifa paga seja aproximadamente R\$ 1,50 mais cara do que a passagem de ônibus convencional.

O estudo realizado pode ser aprofundado para analisar qual seria a o número mínimo de veículos necessários para atender à demanda de maneira satisfatória e o qual investimento necessário para iniciar o serviço. Dessa maneira seria possível evitar o início de um serviço e descontinuí-lo, como o caso de Helsinque com o Kutsuplus, conforme apresentado na revisão da literatura. O estudo também permite que as iniciativas pública e privada conheçam a opção de serviço de ônibus por aplicativo e possam considerá-la em suas opções de investimento.

Agradecimentos

Agradeço à professora Piti, orientadora deste trabalho, pela dedicação e pelos conhecimentos a mim transmitidos.

À professora Ana Margarita, pela contribuição.

A minha família por sempre me apoiar e me dar forças e aos amigos por estarem sempre presentes.

À banca do meu trabalho de conclusão de curso, Maria Beatriz Berti da Costa e André Luiz Dultra Nascimento da Silva, pela contribuição e apoio.

Referências

ANTP, **Sistema de informações da mobilidade urbana – Relatório Geral 2013**

ANTUNES, M. A., SIMÕES F. A., 2013, **Engenharia urbana aplicada: um estudo sobre a qualidade do transporte público em cidades médias**. Revista Brasileira da Gestão Urbana, v. 5, n.2, p. 51-62

ARENTZE, T. A., MOLIN, E. J. E., 2013. **Traveler's preferences in multimodal networks: design and results of a comprehensive series of choice experiments**. Transport. Res Part A: Policy Pract. 58, 15-28.

- ATASOY, B., IKEDA, T., BEM-AKIVA, M. E., 2015. **Optimizing a flexible mobility on demand system**. Transport. Res. Rec.: J. Transport. Res. Board 2536, 76-85.
- BRAKE J., NELSON J. D., WRIGHT S., 2004, **Demand responsive transport: towards the emergence of a new market segment**, Journal of Transport Geography.
- CHOICE METRICS, 2013. **Ngene 1.1 User Manual and Reference Guide**. Choice Metrics. Disponível em: <http://www.choice-metrics.com/download.html>. Acesso em 07 de Junho de 2014.
- CLEWLOW, R.R. 2017. **Shared Mobility: Current Adoption, Use, and Potential Impacts on Travel Behavior**. Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting.
- DETRAN RS, **Diagnóstico de trânsito na região Metropolitana Delta do Jacuí**, Acessoria Técnica – Gestão e Planejamento, Procergs, 2015.
- EMBARQ Brasil, **Qualiônibus: pesquisa de satisfação**, 2014.
- EPTC, **Transporte em números: indicadores anuais da mobilidade urbana**, Porto Alegre, nº 5, 2012.
- FERRAZ, A. C. P.; TORRES, I. G. E. **Transporte público urbano**. São Carlos: Rima, 2004.
- FREI, C., HYLAND, M., MAHMASSANI, H. S., 2017. **Assessing the potential for demand-adaptive hybrid transit via a stated preference approach**. Transport. Res Part C: 76, 71-89.
- ITF, 2016. **Shared Mobility Innovation for Liveable Cities**. Corporate Partnership Board Report, Paris
- KENNEDY, C.A., 2002. **A comparison of the sustainability of public and private transportation systems: study of 25 the Greater Toronto Area**. Transportation 29(4), 459-493. 26
- KROES, E., SHELDON, R.J., 1988. **Stated preference methods: An introduction** Journal of Transport Economics and Policy, v. 22 (jan).
- MAGEEAN, J., NELSON, J. D., 2003. **The evaluation of demand responsive transport services in Europe**, Journal of Transport Geography.
- MISHRA, G.S., CLEWLOW, R.R., 2017. **Adoption of Shared and Emerging Mobility Services in the United States**. TRB Annual Meeting.
- MOHRING, H., 1972. **Optimization and scale economies in urban bus transportation**. The American Economic 31 Review 62(4), 591-604.
- NTU, **Anuário NTU: 2015-2016**, Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. - Brasília: NTU, 2016.

PANKAJ, V. S. B., KUMAR, A. S. D, KADAM, A, 2015. **Demand Responsive Transport**, IJISSET – International Journal of Innovative Science, Engineering and Technology, Vol 2 Issue 4.

RAYLE, L., SHAHEEN, S., CHAN, N., DAI, D., CERVERO, R. 2014, **App-Based, On-Demand Ride Services: Comparing Taxi and Ridesourcing Trips and User Characteristics in San Francisco**, University of California Transportation Center (UCTC), Working Paper.

RODRIGUES, M. A; SORRATINI, J. A. **A qualidade no transporte coletivo urbano**. In: XXII Congresso de Pesquisa e Ensino Em Transportes – ANPET, Fortaleza, 2008. Anais, v. 22, p. 1081- 1092

ROSE, J.M., BLIEMER, M.C., 2009. **Constructing Efficient Stated Choice Experimental Designs**. Transport Reviews, v.5, n.29, p.587–617. DOI:10.1080/01441640902827623

SANTOS, P. M. **A percepção da importância dos tributos do transporte coletivo**. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SINHA, K.C., 2003. **Sustainability and urban public transportation**. Journal of Transportation Engineering 129(4), 27 331-341. 28

Site da Bloomberg, **Brasil deve liderar região de mais rápido crescimento do Uber**, disponível em <https://www.bloomberg.com.br/2016/05/31/brasil-deve-liderar-regiao-de-mais-rapido-crescimento-do-uber/>. Acesso em 03 de outubro de 2016.

Site da Companhia Cabify, disponível em < <http://www.cabifydicas.com/cabify-porto-alegre>>. Acesso em 04 de junho de 2017

Site da Companhia Cabify, disponível em <http://www.cabifydicas.com/cabify-porto-alegre/>, acesso em 04 de novembro de 2016.

Site da Companhia Uber, disponível em <https://newsroom.uber.com/canada/meet-uberhop>. Acesso em 25 de agosto de 2016.

Site da Companhia Uber, disponível em <https://newsroom.uber.com/us-washington/more-people-in-fewer-cars/>. Acesso em 04 de outubro de 2016

Site da Companhia Uber, disponível em <https://www.uber.com/pt-BR/cities/porto-alegre/>. Acesso em 04 de junho de 2017

Site da empresa EPTC, disponível em http://www2.portoalegre.rs.gov.br/eptc/default.php?p_secao=152. Acesso em 04 de novembro de 2016.

Site da empresa SHARED-USE MOBILITY CENTER, disponível em <http://sharedusemobilitycenter.org/what-is-shared-mobility/>. Acesso em 06 de junho de 2017.

Site da WRI Brasil, disponível em <http://thecityfixbrasil.com/2016/08/10/nossa-cidade-onibus-responsivos-a-demanda-como-solucao-de-mobilidade/>. Acesso em 13 de novembro de 2016.

SOUSA, A. F. A., 2015, **Uber: uma experiência de consumo**. Brasília

SOUZA, C. M., **Métodos de Preferência Declarada: Aplicações no Setor de Transportes Aquaviários**, Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, 2002.

WALLSTEN, S., 2015, **The Competitive Effects of the Sharing Economy: How is Uber Changing Taxis?**, Technology Police Institute, Nova York

WEBER, F. D., **O comportamento do usuário do transporte aéreo frente à variabilidade do tempo de viagem**, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 2015.