

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

Aldemo Pedro Limberger Junior

**ESTIMAÇÃO DE FATORES QUE INFLUENCIAM NO USO
DE BICICLETAS ELÉTRICAS COMPARTILHADAS NA
CIDADE DE PORTO ALEGRE**

Porto Alegre
Agosto 2020

ALDEMO PEDRO LIMBERGER JUNIOR

**ESTIMAÇÃO DE FATORES QUE INFLUENCIAM NO USO
DE BICICLETAS ELÉTRICAS COMPARTILHADAS NA
CIDADE DE PORTO ALEGRE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento
de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para
obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Ana Margarita Larranaga Uriarte

Porto Alegre

Agosto 2020

ALDEMO PEDRO LIMBERGER JUNIOR

**ESTIMAÇÃO DE FATORES QUE INFLUENCIAM NO USO
DE BICICLETAS ELÉTRICAS COMPARTILHADAS NA
CIDADE DE PORTO ALEGRE**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 19 de agosto de 2020

Dra. Ana Margarita Larranaga (UFRGS)

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

BANCA EXAMINADORA

Dra. Ana Margarita Larranaga (UFRGS)

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Ms. Tânia Batistela Torres (UFRGS)

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr. Alejandro Ruiz Padillo (UFSM)

Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de Granada

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família por todo apoio ao longo de todos esses anos.

Agradeço aos meus amigos.

Agradeço a minha orientadora Ana.

Agradeço a todos meus professores.

Agradeço a todos que participaram comigo na EJE Civ, Enactus e Ceue.

Agradeço a todo com quem trabalhei ao longo desses anos.

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo definir e estimar alguns fatores que influenciam no uso do modo de transporte Bicicleta Elétrica Compartilhada. Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica na área de sistemas de compartilhamento de bicicletas. A partir dessa revisão foram definidos os quatro fatores de interesse abordados nesse trabalho: tempo e custo de viagem, distância de acesso e infraestrutura cicloviária. Com esses fatores foi possível criar um questionário utilizando o método de pesquisa de Preferência Declarada, resultando na criação de nove cenários hipotéticos. Após coletar os dados através do questionário, esses foram modelados utilizando Logit Binomial. Os resultados mostraram que todos os fatores de interesse foram relevantes e todos eles, menos o de infraestrutura cicloviária, tiveram impacto negativo na utilidade de uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada. Foram calculadas as elasticidades dos fatores de interesse constatado que o custo de viagem foi o fator com maior elasticidade. Por fim feitas duas análises: a variação das elasticidades do tempo e custo de viagem em relação a distância de viagem, na qual se descobriu que a viagens de maiores distância possui maior elasticidade em relação ao custo de viagem; variação da probabilidade de uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada em relação ao custo de viagem, na qual a probabilidade variou de valores aproximados de 45% para 10% quando a viagem passou de R\$ 1,00 para R\$ 30,00 respectivamente.

Palavras-chave: Sistemas de compartilhamento de bicicletas, Preferência Declarada, Logit Multinomial, Bicicleta Elétrica Compartilhada, Bicicleta Elétrica.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema com depósito de moeda	15
Figura 2 – Exemplo de estação de compartilhamento moderna	16
Figura 3 – Mapa dos sistemas de compartilhamento mundiais	18
Figura 4 – Mapa dos sistemas de compartilhamento brasileiros	19
Figura 5 – Estações do BikePoa em Porto Alegre	20
Figura 6 – Exemplo de bicicleta elétrica	21
Figura 7 – Exemplo de estação de compartilhamento de bicicletas elétricas	23
Figura 8 – Rede cicloviária de Porto Alegre	27
Figura 9 – Escala de opções de resposta	38
Figura 10 – Faixa etária da amostra	40
Figura 11 – Gênero da amostra	41
Figura 12 – Escolaridade da amostra	41
Figura 13 – Número de pessoas por residência da amostra	42
Figura 14 – Renda bruta familiar mensal da amostra	42
Figura 15 – Divisão das viagens por motivo de deslocamento	43
Figura 16 – Divisão das viagens por modo de transporte	43
Figura 17 – Percepção em relação a mudanças de hábitos de deslocamento	44
Figura 18 – Percepção em relação ao uso de modos ativos	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Crescimento do número de sistemas de compartilhamento mundiais	17
Gráfico 2 – Variação das elasticidades entre os grupos de distância	47
Gráfico 3 – Probabilidade de uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada x custo da viagem ...	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Grupos de distância	33
Tabela 2 – Tempos por grupo de distância	34
Tabela 3 – Custos por grupo de distância	35
Tabela 4 – Matriz de valores do projeto final	37
Tabela 5 – Probabilidades por opção de resposta	38
Tabela 6 – Coeficientes da função utilidade	45
Tabela 7 – Elasticidades dos fatores de interesse	46

LISTA DE SIGLAS

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito

CTB - Código de Trânsito Brasileiro

EPTC - Empresa Pública de Transporte e Circulação

GPS - Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)

IMC - Índice de massa corporal

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITDP - Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento

PD – Preferência declarada

PR – Preferência revelada

SARS-COV-2 - Coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

E_{jn} – Componente aleatória da utilidade

P_{jn} - Probabilidade de cada alternativa j dado o cenário n

U_{jn} - Utilidade da alternativa j para cada cenário n

V_{jn} - Componente determinística da utilidade

x_{jn} - Valor do fator na alternativa j para cada cenário n

$\eta_{x_{jn}}^{P_{jn}}$ - Elasticidade associada ao fator de interesse

θ_0 - Diferença relativa entre as alternativas

θ_k - Coeficiente da função utilidade associado a cada fator de interesse

SUMÁRIO

1. Introdução	13
2. Revisão Bibliográfica	15
2.1. Breve histórico dos sistemas de bicicletas compartilhadas.....	15
2.2. Sistemas de bicicletas compartilhadas no mundo	17
2.3. Sistemas de bicicletas compartilhadas no Brasil	19
2.4. Sistemas de bicicletas compartilhadas em Porto Alegre.....	21
2.5. Bicicletas elétricas	22
2.6. Características dos sistemas de Bicicletas Elétricas Compartilhadas	23
2.7. Sistemas de compartilhamento de bicicletas elétricas	25
2.8. Fatores analisados	26
2.8.1. Tempo e custo de viagem.....	26
2.8.2. Distância de acesso.....	26
2.8.3. Infraestrutura cicloviária	27
3. Modelagem.....	29
3.1. Modelos de escolha discreta	29
3.2. Modelo logit multinomial	30
3.3. Elasticidades	31
3.4. Método de coleta de dados.....	31
3.4.1. Pesquisa de preferência declarada.....	32
3.4.2. Projetos eficientes	33
4. Método	34
4.1. Seleção dos fatores de interesse	34
4.1.1. Tempo e custo de viagem.....	35
4.1.2. Distância de acesso.....	36
4.1.3. Infraestrutura cicloviária	37
4.2. Construção do projeto de pesquisa	37
4.3. Questionário	38
4.4. Estimação dos modelos.....	39
5. Caracterização da amostra	41
5.1. Faixa etária.....	41
5.2. Gênero.....	41
5.3. Escolaridade.....	42
5.4. Número de pessoas na residência	43
5.5. Renda bruta familiar mensal	43

5.6. Perfil de viagens da amostra	44
5.7. Percepções em relação à pandemia.....	45
6. Resultados.....	46
7. Considerações Finais	49
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	54

1. Introdução

A mobilidade urbana é uma das questões mais desafiadoras que uma cidade moderna precisa enfrentar. A qualidade do transporte urbano é algo que gera impactos diretos e profundos em cada um dos habitantes de uma metrópole. Os impactos da mobilidade urbana afetam diretamente a qualidade de vida de todos dentro de uma cidade, desde o tempo gasto em deslocamento até o nível da poluição urbana.

Apesar dos diversos esforços realizados nas últimas décadas, a realidade, para muitas cidades brasileiras, é que o sistema de transporte público é caro e pouco eficiente. Levando-se em conta que existem diversas políticas públicas que favorecem o uso do transporte privado e as tendências de barateamento desses veículos e de aumento de renda da população, muitas pessoas têm migrado do transporte público para o privado. Segundo o IPEA (2013) entre 2000 e 2012 o transporte privado tem ficado mais barato em relação ao transporte público.

Dentro desse cenário, muito ainda precisa ser feito para elevar a qualidade da mobilidade urbana brasileira e, principalmente, para aperfeiçoar o transporte público oferecido. Uma das formas de melhorar a matriz de transporte público de uma cidade, de maneira rápida, é oferecer opções alternativas de transporte como forma de aliviar os modos já existentes. Entre essas opções, a bicicleta compartilhada tem ganhando cada vez mais notoriedade entre os modos alternativos, principalmente por ser um modo ativo.

A presença de um sistema de bicicletas compartilhadas em uma cidade permite que diversos trajetos (em geral de distâncias curtas a intermediárias) sejam realizados de forma mais rápida e sustentável, sem carregar ainda mais o transporte público convencional. Além disso, o transporte ativo pode ser um grande atrativo para usuários do transporte privado que queiram um estilo de vida mais saudável.

As bicicletas elétricas, especificamente, trazem algumas vantagens em relação aos modelos não elétricos, sendo mais facilmente utilizadas pelo um indivíduo médio, isto é requerem uma quantidade menor de esforço deste para serem operadas.

Bicicletas elétricas, junto com outros veículos elétricos médios de duas rodas, possuem a maior eficiência energética entre veículos de transporte individual (WEISS et al., 2015). Junto a isso, elas não emitem gases do efeito estufa e ocupam pouco espaço nas vias, ajudando na redução de congestionamento.

Para a maioria dos usuários, o uso de modos de transporte ativos não é viável para distâncias muito longas. Apesar das bicicletas elétricas facilitarem o uso por trajetos maiores, elas ainda esbarram nesse mesmo problema. Porém sistemas de bicicletas compartilhadas tem o potencial de serem integrados com a malha de transporte público, funcionando como alimentadores desta (ITDP, jan. 2018).

A pandemia de *Sars-CoV-2* deixou muitas mazelas da sociedade brasileira evidentes, entre elas a fragilidade de nossos sistemas de transporte público no que se refere à saúde pública. Veículos lotados, com pouca ou nenhuma ventilação são o ambiente perfeito para a disseminação de micro-organismos potencialmente fatais para seres humanos. Assim, faz-se necessário a ampliação dos modos de transportes que possam mitigar o contato entre pessoas.

Este trabalho terá por objetivo analisar e quantizar a relevância de fatores que influenciam no uso das Bicicletas Elétricas Compartilhadas. A pesquisa que embasou o trabalho foi feita com pessoas que haviam realizado viagens dentro do município de Porto Alegre antes das medidas de isolamento social impostas pela pandemia.

Este trabalho pode ser dividido em algumas partes principais: a seção de *Revisão Bibliográfica* e de *Modelagem* trazem as referências bibliográficas que embasaram o trabalho, tanto na parte teórica quanto ferramental; a seção de *Método* traz os critérios para a seleção dos fatores de interesse (já apresentados previamente no texto) e os passos seguidos na construção do questionário e modelagem dos dados; as seções de *Caracterização da amostra* e de *Resultados* trazem as análises dos dados coletados na pesquisa; por fim a seção de *Conclusões* traz um compilado de tudo que foi realizado no trabalho e as considerações finais.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Breve histórico dos sistemas de bicicletas compartilhadas

Um sistema de compartilhamento de bicicletas é um serviço que oferece o aluguel de bicicletas públicas dentro de uma cidade. Esse serviço pode ser implantado e gerenciado tanto pelo poder público, quanto pela iniciativa privada e, muitas vezes, acaba sendo resultado de uma parceria entre as duas esferas.

A evolução dos sistemas de bicicletas compartilhadas é marcada por diversas inovações tecnológicas, que aprimoraram o nível de serviço oferecido ao longo dos anos. Vários autores dividem essas inovações em fases, identificando quatro gerações dos sistemas de compartilhamento (PARKES et al., 2013; FISHMAN et al., 2014; BACHAND-MARLEAU et al., 2012). Os sistemas descritos no breve histórico a seguir descrevem sistemas de compartilhamento bicicletas sem diferenciá-las por modelo, se comuns ou elétricas. O compartilhamento de bicicletas elétricas, tema central deste trabalho, será abordado separadamente mais à frente.

A primeira tentativa de criação de um sistema de bicicletas compartilhadas de grande escala foi feita pela cidade de Amsterdam. Em 1960, foram distribuídas pela cidade bicicletas públicas pintadas na cor branca (de forma a serem facilmente identificadas), sendo, por isso, batizadas de *bicicletas brancas*. As bicicletas poderiam ser usadas por qualquer pessoa de forma gratuita e sem limite de tempo. O sistema não possuía estações e as bicicletas eram estacionadas nas calçadas após seu uso (PARKES et al., 2013; GOODYEAR, 2015). Pouco tempo após a inauguração do sistema, foram registrados muitos roubos e depredações das bicicletas públicas, inviabilizando a continuidade do modelo de compartilhamento. Mesmo assim, o sistema holandês é considerado a primeira geração dos sistemas de compartilhamento de bicicletas, encorajando outras cidades a desenvolverem seus próprios sistemas.

A segunda geração dos sistemas de compartilhamento tentou resolver o problema dos roubos e depredações das bicicletas. Para isso, foram criados lugares específicos onde os usuários deveriam retirar a bicicleta e, após sua viagem, devolvê-la: as estações de bicicletas compartilhadas. Para retirar a bicicleta da estação o usuário precisava depositar um valor em moedas, que geralmente era devolvido quando o mesmo retornava a bicicleta à alguma outra estação (BACHAND-MARLEAU et al., 2012). O problema encontrado com esse sistema foi que a anonimidade do usuário não impedia o roubo das bicicletas. Junto a isso, como o sistema

não possuía limite de tempo, era comum que os usuários utilizassem a bicicleta por períodos muito longos (BACHAND-MARLEAU et al., 2012). Esse problema é bastante relevante em um sistema de compartilhamento, pois quanto maior o tempo de utilização do veículo, menor a rotatividade das bicicletas e menor o número usuários atendidos.

Figura 1 – Sistema com depósito de moeda



(fonte: Villy Fink Isaksen - Wikimedia Commons)

A terceira geração dos sistemas de compartilhamento foi inaugurada no final da década de 1990, com a implementação de estações mais sofisticadas que possibilitavam a identificação do usuário que alugava a bicicleta. A identificação era feita através de um cartão magnético individual, que era recebido após o usuário realizar um registro junto ao operador do sistema de compartilhamento. Caso o usuário não possuísse esse registro, ele poderia utilizar seu cartão de crédito para alugar a bicicleta (PARKES et al., 2013). Essa inovação permitiu não só a redução do roubo de bicicletas, mas também o controle de tempo de utilização desses veículos. Junto a isso, caso alguma irregularidade na utilização do serviço fosse constatada era possível a aplicação de multas ao infrator (BACHAND-MARLEAU et al., 2012).

A quarta geração dos sistemas de compartilhamento trouxe inovações principalmente nas áreas de tecnologia da informação e conectividade. Com base nelas, foram criados os Sistemas Multimodais Responsivos a Demanda, que permitiram uma melhor distribuição das bicicletas entre as estações de acordo com a demanda medida em tempo real (BACHAND-MARLEAU et al., 2012). Essas inovações também permitiram a integração dos sistemas de

compartilhamento com aparelhos celulares através da comunicação sem fio. Os sistemas atuais permitem ao usuário saber, em tempo real, o número de bicicletas disponíveis em uma determinada estação, através do aplicativo de celular. A figura 2 traz um modelo de uma estação de compartilhamento da 4ª geração.

Figura 2 – Exemplo de estação de compartilhamento moderna



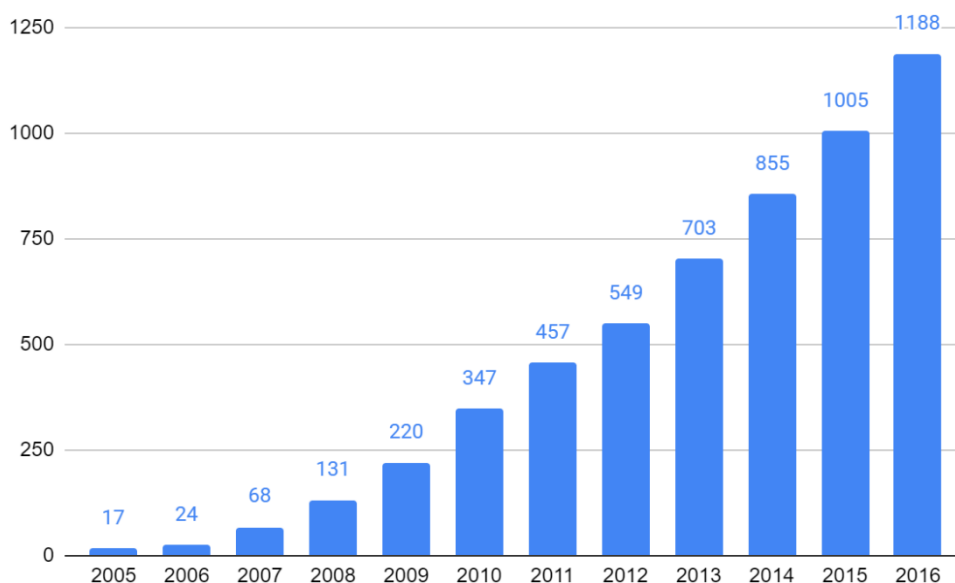
(fonte: GREENbike)

A adição e aprimoramento dessas tecnologias ao longo dos anos deu à luz a uma das maiores inovações para os sistemas de compartilhamento de bicicletas: as bicicletas flexíveis (DEMAIO, 2018). Essas bicicletas não necessitam de estações fixas e permitem ao usuário retirar e devolver a bicicleta em qualquer lugar dentro da área de atuação do sistema. Esse tipo de sistema conta fortemente com o uso de aplicativos de celular e GPS, permitindo ao usuário encontrar, através de um mapa, a bicicleta disponível mais próxima de sua localização.

2.2. Sistemas de bicicletas compartilhadas no mundo

O número de sistemas de compartilhamento de bicicletas ao redor do planeta vem crescendo de maneira notável nos últimos anos, como mostra o Gráfico 1. Atualmente, estima-se que existam mais de dois mil sistemas espalhados pelo planeta que, juntos, oferecem quase 18 milhões de bicicletas públicas (MEDDIN; DEMAIO, 2020).

Gráfico 1 – Crescimento do número de sistemas de compartilhamento mundiais



(fonte: elaborado pelo autor baseado nos dados de Meddin e Demaio)

A China é o país com o maior número de sistemas de compartilhamento de bicicletas possuindo 430 sistemas. Outras partes do mundo com grande número de sistemas de compartilhamento são a Europa, com 524 sistemas e a América do Norte com 121 sistemas. Nestas regiões possuem destaque os casos de: Itália, com 147 sistemas implementados e dos Estados Unidos com 109 sistemas. Esses países ocupam o segundo e terceiro lugar após a China (MEDDIN, 2016).

A evolução dos sistemas de compartilhamento de bicicletas chineses é especialmente notável, podendo ser dividida em dois momentos: antes e depois da implementação das bicicletas flexíveis (sem estação) em 2016. Antes da implementação das bicicletas flexíveis, 83% da frota mundial (de mais de 2 milhões de bicicletas) já estava na China (MEDDIN, 2016). A partir de meados de 2016 a frota chinesa teve um drástico aumento com a implementação extremamente massiva das bicicletas flexíveis. Em um ano, apenas na China, a frota de bicicletas flexíveis passou de 2 milhões de veículos para 23 milhões (GU; KIM; CURRIE, 2019). Após esse salto, entretanto, o número de bicicletas compartilhadas flexíveis vem diminuindo, devido a uma rápida saturação do mercado.

Figura 3 – Mapa dos sistemas de compartilhamento mundiais



(fonte: The Bike-Sharing World Map, Meddin e Demaio, 2020)

É interessante notar que os sistemas de compartilhamento ainda são bem concentrados globalmente, se restringindo a alguns poucos países conforme mostra a Figura 3. Em muitos países os sistemas de compartilhamento de bicicleta estão disponíveis apenas nas cidades mais influentes, geralmente as capitais dos países. Mesmo assim, das cidades que possuem sistemas de compartilhamento, muitas tem frotas de bicicletas compartilhadas bastante pequenas em relação ao número de habitantes. Em especial, o continente africano possui um baixíssimo número de sistemas de compartilhamento, concentrado em apenas 3 países (MEDDIN; DEMAIO, 2020).

2.3. Sistemas de bicicletas compartilhadas no Brasil

A América do Sul possui 34 sistemas de compartilhamento, número bastante baixo considerando a extensão do subcontinente. O Brasil é o país com maior número de sistemas implementados da América do Sul, contando com 28 sistemas espalhados por 25 cidades brasileiras (MEDDIN; DEMAIO, 2020).

No Brasil, o primeiro sistema de compartilhamento de bicicletas com alguma escala foi implantado na cidade do Rio de Janeiro no final de 2008. Mesmo assim, para os padrões atuais,

era um sistema bastante modesto, contando com apenas 190 bicicletas compartilhadas em 19 estações (LOBO, 2018).

Após a implementação desse primeiro sistema de compartilhamento, diversas cidades brasileiras começaram a estruturar seus próprios sistemas. O serviço ainda se concentra majoritariamente nas capitais, porém algumas cidades de porte médio já apresentam seus próprios sistemas. Dentre os sistemas de compartilhamento no Brasil, o maior é o de São Paulo, que possui uma frota de aproximadamente 5 mil bicicletas (MEDDIN; DEMAIIO, 2020).

Figura 4 – Mapa dos sistemas de compartilhamento mundiais



(fonte: The Bike-Sharing World Map, Meddin e Demaio, 2020)

A implementação de um sistema de compartilhamento no Brasil é feita a nível municipal, podendo ser uma iniciativa do próprio município ou de uma empresa privada. A operação do sistema geralmente é feita por uma empresa terceirizada, especializada em mobilidade, chamada de *operadora*. No Brasil são poucas as grandes *operadoras* de sistemas de compartilhamento, fazendo com que essas empresas operem em diversas cidades no país.

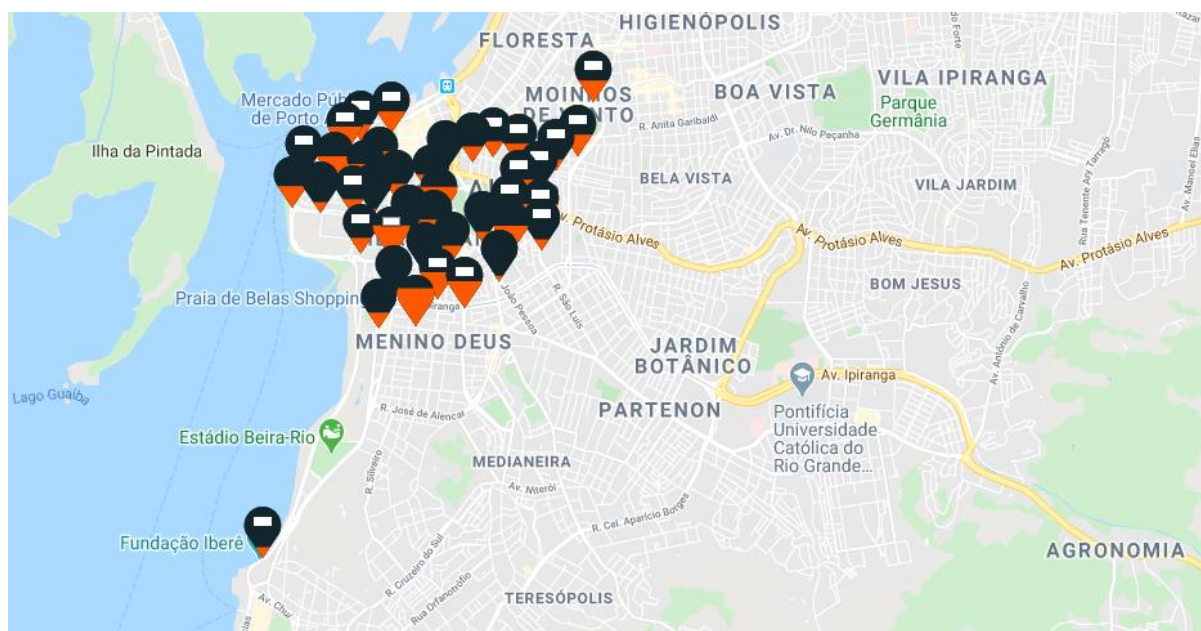
Segundo um estudo realizado com usuários de bicicletas compartilhadas em quatro capitais brasileiras (São Paulo, Rio de Janeiro, Recife e Brasília), quase 60% desses usuários utilizavam os modos a pé ou transporte público antes de migrar para a bicicleta compartilhada. Além disso, 23% desses usuários vieram do carro privado (RIES, 2016).

2.4. Sistemas de bicicletas compartilhadas em Porto Alegre

O primeiro sistema de bicicletas compartilhadas em Porto Alegre, o BikePoa, foi inaugurado em 2012. Porém, até 2015, a operação foi feita em caráter experimental, isto é, com um número reduzido de bicicletas compartilhadas disponíveis (EPTC, 2016).

A partir de 2016 o sistema BikePoa teve sua licitação aprovada e começou a operar em uma escala maior. O BikePoa é um sistema de compartilhamento que possui estações fixas e apresenta as características dos sistemas de quarta geração. Hoje o BikePoa é único sistema de grande escala em operação na cidade, possuindo 410 bicicletas encontradas em 41 estações em Porto Alegre (BIKEPOA, 2020).

Figura 5 – Estações do BikePoa em Porto Alegre



(fonte: BIKEPOA, 2020)

O sistema BikePoa tem apresentado um grande crescimento de utilização nos últimos anos: entre março e setembro de 2019 foram realizadas quase 550 mil viagens utilizando as

bicicletas compartilhadas, número quase 60% maior que o mesmo período em 2018 (O SUL, 2019).

As duas estações com maior número de viagens estão localizadas na orla do Guaíba e na frente ao prédio de arquitetura da UFRGS, respectivamente. Esse fato sugere dois perfis de usuários de bicicletas compartilhadas em Porto Alegre: os que utilizam a bicicleta a lazer e os que utilizam como deslocamento para trabalho ou estudo. Ainda assim, foi estimado que entre 65% a 71% das viagens foram feitas em dias de semana, sugerindo que uma maior parcela de usuários utiliza as bicicletas compartilhadas como um modo de transporte (LEONI; MOSCARELLI, 2018).

2.5. Bicicletas elétricas

Uma bicicleta elétrica é um veículo de duas rodas equipado com pedais e um motor elétrico, que é alimentado por uma pequena bateria recarregável (WEISS et al., 2015). O motor é ativado após o usuário iniciar a pedalar, fornecendo uma propulsão adicional para o veículo. Esta energia adicional permite velocidades médias maiores que a de uma bicicleta comum, ao mesmo tempo que o esforço despendido pelo usuário é menor. Para ser considerado uma bicicleta elétrica, o veículo não pode ter acelerador e deve poder ser pedalado mesmo se a bateria estiver descarregada.

Figura 6 – Exemplo de bicicleta elétrica



(fonte: encurtador.com.br/gDFLM modificado pelo autor)

O grande diferencial de uma bicicleta elétrica em frente a uma bicicleta comum é a assistência elétrica que esta permite aos usuários. Com esta propulsão extra, trajetos mais longos podem ser realizados confortavelmente pelas pessoas. Além disso a assistência elétrica facilita consideravelmente o esforço necessário para vencer trechos inclinados.

Com patentes desde o final da década de 1890, os primeiros modelos comerciais de bicicleta elétrica apareceram apenas no final dos anos 1990. Hoje as bicicletas elétricas são bastante comuns em países como China, Países Baixos e Alemanha.

O Brasil ainda possui um baixo número de bicicletas elétricas em comparação com as bicicletas comuns. Porém esse número vem crescendo, ainda que lentamente, nos últimos anos. Em 2016 a venda de bicicletas elétricas foi de pouco mais de 10.000 unidades, mais de três vezes o número de unidades do que fora vendido em 2010 (ALIANÇA BIKE, 2018).

No Brasil a legislação (CONTRAN, 2013) limita as bicicletas elétricas a uma potência máxima de 350 watts e a uma velocidade máxima de 25km/h. A mesma legislação ainda obriga o uso de capacete ao utilizar uma bicicleta elétrica e permite que estas transitem em ciclovias e ciclofaixas.

O uso de modos de transporte ativos, mesmo os que possuem assistência elétrica, é comprovadamente benéfico a saúde. Estudos demonstraram benefícios como redução do índice de massa corporal (IMC), redução do risco de diabetes e redução da incidência de câncer. No caso específico de bicicletas elétricas, uma revisão de vários estudos realizados com modos ativos sugeriu que o uso de bicicletas com assistência elétrica pode ter uma intensidade física maior do que a caminhada, apesar dessa intensidade ser menor do que no uso de bicicletas comuns (BOURNE, 2018).

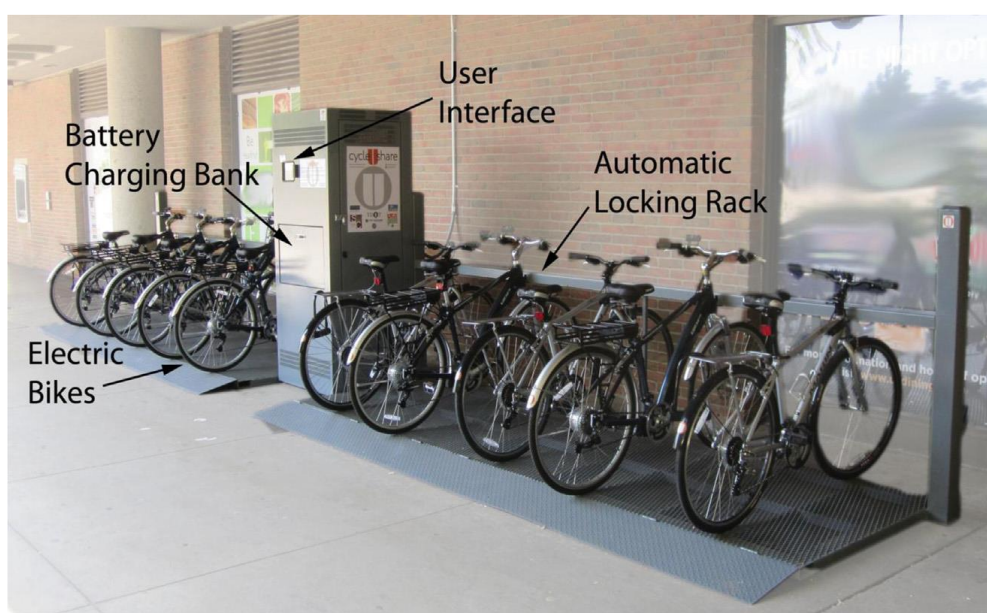
2.6. Características dos sistemas de Bicicletas Elétricas Compartilhadas

A principal vantagem de qualquer sistema de compartilhamento é que o usuário pode fazer o uso de um veículo sem precisar adquiri-lo. Logo, além de não ser necessário o investimento inicial de compra, o usuário não precisa se preocupar com a manutenção ou a possível perda deste veículo. No caso de bicicletas elétricas, o custo de um veículo novo é aproximadamente duas vezes maior que o de uma bicicleta comum de modelo equivalente. Este alto investimento inicial, somado aos custos de manutenção e recarga das baterias, faz das bicicletas elétricas um veículo ideal para o compartilhamento (ITDP, 2018).

A bicicleta elétrica, em comparação com uma bicicleta comum, facilita que o usuário percorra distâncias maiores. Porém cada pessoa terá um limite da distância que estará disposta a percorrer em uma bicicleta elétrica, desencorajando o uso do veículo por trechos muito longos. Para atenuar esse problema, o ideal é que as bicicletas compartilhadas possuam alguma interligação com o transporte público. Dessa forma, os modos compartilhados podem atuar como uma opção de acesso aos outros modos públicos (first-mile) ou podem ser utilizadas no trecho final da viagem (last-mile) (PARKES, 2013).

Apesar da grande facilidade de uso das bicicletas elétricas em relação a bicicleta comum, os modelos elétricos possuem um complicador ao seu uso contínuo: a perda de carga da bateria. A maneira mais direta que o operador do sistema poderia abordar esse problema, seria colocando o dispositivo para recarregar as baterias diretamente na estação (MANZONI et al., 2009). Quando isso não fosse possível, seria necessário que uma equipe em solo realizasse as trocas das baterias. O mais provável, é que um sistema de grande escala, precisaria fazer um misto entre essas duas estratégias de recarga das baterias.

Figura 7 – Exemplo de estação de compartilhamento de bicicletas elétricas



(fonte: JI et al., 2014)

Outro grande complicador ao uso de sistemas de compartilhamento de bicicletas é a área de operação permitida. Em cada cidade, os *operadores* do sistema definem em qual área da cidade é permitida a circulação de seus veículos. Enquanto necessárias para controle do uso

do sistema, essas medidas impossibilitam o uso de modos compartilhados para pessoas fora dessa área de operação.

No Brasil, para a utilização de bicicletas elétricas, é obrigatório o uso de capacete pelo seu usuário. Esta obrigatoriedade pode desencorajar pessoas que não possuem um capacete ou que não querem carregá-lo consigo (FISHMAN et al., 2014). Para empresas que queiram oferecer o compartilhamento de bicicletas elétricas no Brasil, esse é um ponto crucial e que deve ser abordado junto aos seus clientes. Uma forma simples que esse problema pode ser mitigado é oferecendo o aluguel do capacete como um serviço extra (VELIGO, 2020).

2.7. Sistemas de compartilhamento de bicicletas elétricas

Sistemas de compartilhamento que oferecem bicicletas elétricas já existem em algumas cidades ao redor do mundo há vários anos. Porém a maioria desses sistemas são implementados como projetos pilotos de pequena escala. Em muitos casos, ocorre apenas a adição de algumas bicicletas elétricas ao sistema de compartilhamento já existente (CAMPBELL et al., 2016).

Além desses sistemas, algumas empresas privadas especializadas oferecem o aluguel de bicicletas elétricas. Contudo, as frotas oferecidas geralmente são pequenas, não se apresentando como uma opção de mobilidade para a maior parte da população.

O que pode ser considerado o maior sistema de compartilhamento de bicicletas elétricas do mundo foi lançado em 2019, na França. O sistema Véligo ofereceu 10.000 veículos para os residentes do centro de Paris. Nesse sistema de compartilhamento o usuário paga um valor mensal e tem acesso a uma bicicleta elétrica exclusiva para si. Durante o período contratado, o veículo deve ser guardado e mantido pelo usuário contratante. Apesar de possuir um modelo de negócios diferente da maioria dos outros sistemas de compartilhamento, o sistema Véligo, devido a sua grande escala, viabiliza o aluguel de bicicletas elétricas para milhares de pessoas a um preço acessível (VELIGO, 2020).

No Brasil, ainda não existem sistemas de compartilhamento de bicicletas elétricas de grande escala. No início de 2019, dois projetos pilotos foram iniciados na cidade de São Paulo para testar a operação do veículo em sistemas de compartilhamento já implementados (YUGE, 2019; CIRIACO, 2019).

2.8. Fatores analisados

Considerando a divisão feita por Ortúzar e Willumnsen (2011) de grupos de fatores que influenciam a escolha do modo de transporte, foram analisadas as seguintes características do sistema de transporte: tempo e custo de viagem, distância de acesso e presença de ciclovia.

2.8.1. Tempo e custo de viagem

O tempo de viagem é composto pelo tempo gasto no uso do veículo, da velocidade média do transporte, das distâncias caminhadas para o acesso e até o destino final, das condições gerais da via e do grau de separação da via em relação ao tráfego geral (FERRAZ; TORRES, 2004).

A percepção do tempo gasto em uma viagem por um usuário pode ser resumida em dois pontos principais. O primeiro ponto é que, no tempo gasto pelo deslocamento, o usuário poderia estar realizando tarefas que poderiam lhe ser mais úteis ou prazerosas. O segundo ponto é que o tempo economizado no deslocamento possui um valor para o usuário, seja esse valor objetivo ou subjetivo. Esses dois pontos influenciam diretamente o quanto cada indivíduo estará disposto a pagar, ou pagar a mais, em sua opção de modo de transporte (SANTOS, 2012).

No caso de bicicletas compartilhadas, quando o usuário não possui nenhum plano de fidelidade, tempo e custo de viagem são diretamente proporcionais, uma vez que o serviço é cobrado pelo tempo de utilização. Segundo Fishman (2014) um tempo de viagem competitivo (em relação a outros modos de transporte) é um dos grandes motivadores do uso de bicicletas compartilhadas.

2.8.2. Distância de acesso

A distância de acesso, ou acessibilidade, é a distância que o usuário de um modo de transporte público precisa percorrer para iniciar e finalizar sua viagem. Os fatores que influenciam esse acesso são a declividade do trajeto, qualidade das vias e facilidade dos cruzamentos para pedestres entre as ruas (RODRIGUES, 2006).

Em Porto Alegre, os usuários de transporte público estariam dispostos a caminhar quase 220 metros a mais, que sua distância regular, se isso significasse uma redução de 5 minutos de espera pelo veículo (ROCHA, 2016).

Segundo Fishman (2014) em estudo feito na Austrália, a proximidade de uma estação de compartilhamento de bicicletas próximas a residência ou trabalho das pessoas funcionava como um grande motivador do uso dessas. Da mesma forma uma maior distância, era uma grande barreira no uso de bicicletas compartilhadas. Ainda mais sugestivo foi o resultado encontrado por Bachand-Marleau (2012) em uma pesquisa realizada em Montreal. Nesta pesquisa foi identificado que a presença de uma estação de bicicletas compartilhadas a menos de 500 metros da residência de uma pessoa, aumentava em 300% a chance da mesma utilizar uma bicicleta compartilhada.

2.8.3. Infraestrutura cicloviária

A infraestrutura cicloviária é o conjunto de estruturas que formam vias a serem usadas especificamente por ciclistas. Essa separação dos ciclistas do restante do tráfego é necessária diante da maior fragilidade que estes apresentam em comparação com os demais elementos do trânsito (BOARETO et al., 2007).

O Código de Trânsito Brasileiro (1997) apresenta dois elementos constituintes da infraestrutura cicloviária:

CICLOVIA - pista própria destinada à circulação de ciclos, separada fisicamente do tráfego comum.

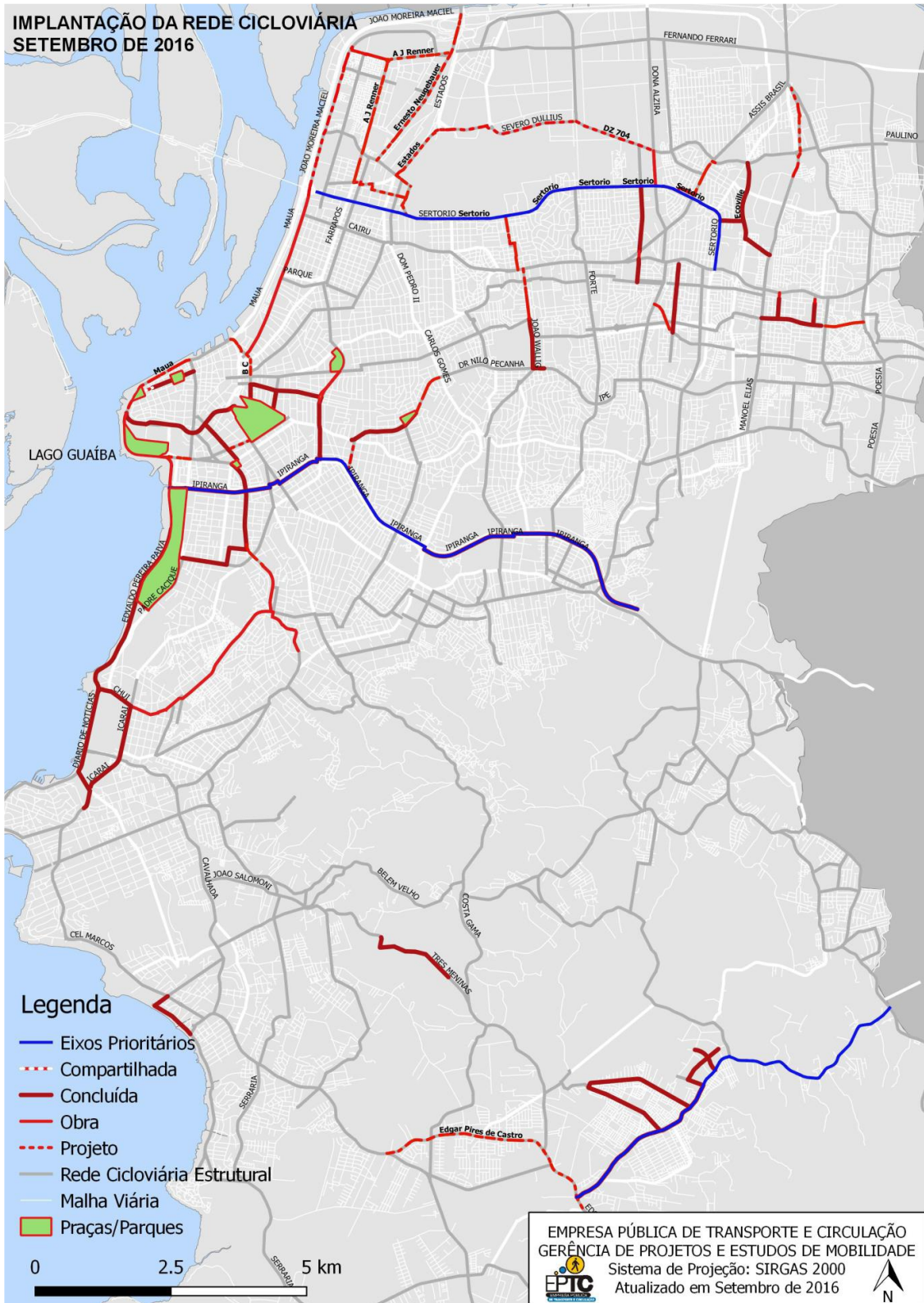
CICLOFAIXA - parte da pista de rolamento destinada à circulação exclusiva de ciclos, delimitada por sinalização específica.

Os ciclistas devem, sempre que for possível, circular nas ciclovias, ciclofaixas ou acostamentos. Quando isso não for possível a circulação deve ser feita pelo bordo da pista, na mesma direção do tráfego, nesse caso os ciclistas terão preferência sobre os veículos automotores (CTB, 1997).

Segundo levantamento feito por Silveira e Maia (2015), a falta de infraestrutura cicloviária foi o segundo maior empecilho para o uso de bicicletas no Brasil, atrás apenas de condições meteorológicas. O mesmo estudo mostra que em cidades de outros países, a presença de infraestrutura cicloviária foi indicado como o maior motivador ao uso de bicicletas.

Segundo dados da Empresa Pública de Transporte e Circulação (2016), Porto Alegre possui 44 km construídos em sua rede cicloviária. A Figura 8 abaixo mostra os trechos construídos, em obra e projetados para o município.

Figura 8 – Rede cicloviária de Porto Alegre



(fonte: EPTC, 2016)

3. Modelagem

Um modelo é uma visão simplificada de uma parte do mundo real com enfoque em alguns elementos específicos que o pesquisador deseja entender melhor. Os modelos matemáticos, especificamente, tentam replicar um sistema de interesse através de equações matemáticas que são baseadas em referenciais teóricos (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011).

3.1. Modelos de escolha discreta

Os modelos de escolha discretas são chamados de modelos de demanda desagregada, isto é, as escolhas são feitas por indivíduos ou família de indivíduos. Esse tipo de modelo se contrapõe aos modelos de demanda agregada, no qual os dados vem das relações de um grupo de indivíduos ou pela relação média por zonas (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011).

A premissa básica dos modelos de escolha discreta é:

A probabilidade de um indivíduo escolher uma dada opção é uma função de suas características socioeconômicas e da atratividade relativa da opção (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011).

Isto é, quando apresentado com opções (como por exemplo qual modo de transporte utilizar), o indivíduo fará essa escolha com base em sua situação social e financeira e, ao mesmo tempo, irá avaliar as vantagens e desvantagens de cada opção para melhor satisfazer suas necessidades individuais.

Para representar de uma forma quantitativa esta atratividade percebida pelo usuário, foi desenvolvido o modelo de utilidade aleatória. A premissa principal desse modelo é que, quando o indivíduo é apresentado a um número finito de alternativas, ele irá atribuir, a cada uma delas, uma quantidade chamada de utilidade. A alternativa com a maior utilidade será a selecionada pelo usuário (BIERLAIRE, 2003).

A utilidade associada a escolha de uma alternativa por um indivíduo em um dado cenário está definida na Equação 1 (BIERLAIRE, 2003):

$$U_{jn} = V_{jn} + \varepsilon_{jn}$$

Equação 1

Essa equação mostra que o valor da utilidade é dado pela soma dos termos V_{jn} e ε_{jn} . O termo V_{jn} é a componente determinística da utilidade, sendo função dos fatores da alternativa j para cada cenário n e das características socioeconômicas do indivíduo. O termo ε_{jn} é a componente aleatória da utilidade, reflete as idiosincrasias e gostos pessoais do indivíduo. Ainda, o termo E_{jn} também abarca os possíveis erros do experimento (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011).

Uma versão simplificada do somatório de valores que irá resultar na componente determinística (V_{jn}) da função de utilidade está apresentada na Equação 2.

$$V_{jn} = \theta_0 + \sum \theta_k x_{jn}$$

Equação 2

Aonde o termo x_{jn} representa o valor de cada fator da alternativa j dentro de cada cenário n e termo θ_k é um coeficiente relacionado a cada fator k . Para chegar no valor da utilidade (V_{jn}) são somados os produtos dos fatores por seus coeficientes ($\theta_k x_{jn}$). O termo θ_0 está relacionado a diferença relativa entre as alternativas e aparece apenas em uma delas, nas outras alternativas seu valor é zero.

3.2. Modelo logit multinomial

O modelo logit multinomial é um método que permite calcular a probabilidade P_{jn} , associada a alternativa j dado o cenário n . Em outras palavras, o modelo calcula qual a chance que cada alternativa tem de ser escolhida dentro do cenário apresentado.

Para estimar essa probabilidade, se assume que os diversos fatores que formam o componente aleatório da utilidade, E_{jn} , são distribuídas independentemente e possuem média igual a zero (ROSE et al., 2008). Dessa forma a probabilidade, P_{jn} , de escolha da alternativa j dado o cenário n é dada pela expressão abaixo:

$$P_{jn} = \frac{\exp(V_{jn})}{\sum_{i=1}^j \exp(V_{in})}$$

Equação 3

A probabilidade de cada alternativa j dado o cenário n é dada pela função exponencial de base neperiana da utilidade da alternativa j dividida pelo somatório da exponencial de cada uma das alternativas.

Quando existem apenas duas alternativas o logit multinomial assume um formato específico, chamado de logit binomial.

3.3. Elasticidades

Após o cálculo dos coeficientes, é possível calcular a elasticidade de cada um dos fatores de interesse. A elasticidade é uma medida que indica a mudança percentual de uma variável dependente em relação a uma mudança percentual em relação a variável independente. Essa ferramenta permite a comparação direta dos fatores de interesse, removendo a influência de suas unidades ou grandezas relativas (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011). A formulação geral da elasticidade é dada na Equação 4, onde é possível ver que a elasticidade é uma função do valor do fator e da probabilidade associada a ele.

$$\eta_{x_{jn}}^{P_{jn}} = \left(\frac{\partial P_{jn}}{\partial x_{jn}} \right) X \left(\frac{x_{jn}}{P_{jn}} \right)$$

Equação 4

Quando a utilidade é uma função linear é possível simplificar a Equação 4, chegando na expressão apresentada abaixo:

$$\eta_{x_{jn}}^{P_{jn}} = \theta_k x_{jn} (1 - P_{jn})$$

Equação 5

Aonde θ_k é o coeficiente associado a cada fator. A elasticidade final de cada um dos fatores de interesse será a média de todas as alternativas j para todos cenários n .

3.4. Método de coleta de dados

A seleção do método de coleta de dados, via de regra, é feita após a seleção do modelo utilizado, uma vez que diferentes modelos precisam de tipos diferentes de dados de entrada.

Para montar o sistema de interesse que será modelado são necessários dados vindos do mundo real. Esses vêm através de escolhas feitas por indivíduos quando apresentados com um cenário e um número limitado de opções.

3.4.1. Pesquisa de preferência declarada

O método de pesquisa de preferência declarada (PD) é uma alternativa ao método de pesquisa de preferência revelada (PR). O método PR permite ao pesquisador coletar informações sobre escolhas feitas pelos indivíduos em situações prévias. Para casos hipotéticos é mais efetivo utilizar o método de preferência declarada (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011).

O método PD é baseado na resposta dos indivíduos de como eles reagiriam a diferentes cenários hipotéticos. O objetivo da construção desses cenários hipotéticos é estimar o efeito independente de cada fator de interesse sobre a escolha do indivíduo. As respostas coletadas são analisadas pelo pesquisador para gerar dados quantitativos em relação a importância de cada fator. Por isso, ao desenhar a pesquisa, o pesquisador precisa garantir que os cenários sejam de fácil entendimento, realistas e plausíveis.

No método PD os respondentes são apresentados a um determinado número de cenários hipotéticos. Cada cenário apresenta níveis variáveis dos fatores de interesse, sendo esses pré-definidos pelo pesquisador ao desenhar a pesquisa. O universo de todos os fatores com todas as suas variações de níveis é chamado de conjunto de alternativas. Assim, cada cenário irá apresentar um subconjunto de alternativas, isto é, para cada fator ele irá apresentar apenas um nível (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011).

Existem duas maneiras principais de construir os cenários e definir os subconjuntos de alternativas. Na primeira maneira o subconjunto de alternativas forma o próprio cenário, logo o respondente deve indicar suas preferências em relação a este subconjunto. O respondente faz essa indicação por meio de um ranqueamento das opções ou através de uma escala de avaliação. Na segunda maneira, cada alternativa do cenário representa um pacote de fatores, assim o cenário possui dois ou mais subconjuntos de alternativas e o respondente deve selecionar a que lhe for de maior interesse (HENSHER, 1994).

3.4.2. Projetos eficientes

O objetivo de conduzir um experimento é determinar a influência independente de cada fator escolhido sobre o objeto de pesquisa (ROSE et al., 2009). Para isso é necessário que o pesquisador tome cuidado com o projeto (design) dos subconjuntos de alternativas dos quais serão criados os cenários de sua pesquisa de preferência declarada.

O primeiro passo na construção de uma pesquisa PD é montar um projeto experimental. Conceitualmente, um projeto experimental nada mais é do que uma matriz de valores, usada para definir quais subconjuntos de alternativas vão para quais cenários da pesquisa PD (ROSE et al., 2009). Existem diversos métodos para a criação dessa matriz, porém o método escolhido pelo pesquisador poderá influenciar diretamente nos resultados encontrados em sua pesquisa (ORTÚZAR; WILLUMNSEN, 2011).

Tradicionalmente, se utilizava o método de projeto ortogonal para a construção da matriz do design experimental. Porém, foi descoberto, que existem outros métodos que consegue dados mais eficientes e que podem ser obtidos com mesmo tamanho amostral ou até menor. A estes métodos foi dado o nome de projetos eficientes (ROSE et al., 2009).

Um projeto estatisticamente eficiente resulta em estimativas de parâmetros mais confiáveis para um projeto com um número fixo de escolhas observadas (ROSE et al., 2008). Logo é possível determinar valores melhores da influência independente de cada um dos fatores de interesse utilizando os espaços amostrais comumente obtidos.

4. Método

4.1. Seleção dos fatores de interesse

O primeiro passo na elaboração desse trabalho de pesquisa foi a definição dos fatores de interesse que seriam utilizados na pesquisa. Para isso foi realizada uma revisão de referências bibliográficas que possuíam a temática de *sistemas de bicicletas compartilhadas*.

A partir dessa revisão bibliográfica, foram definidos os quatro fatores de interesse analisados neste trabalho: custo da viagem, tempo de viagem, distância de acesso até a bicicleta e presença de infraestrutura cicloviária. Após a seleção dos fatores foram definidos os níveis que seriam atribuídos a cada um deles.

Apesar da distância da viagem não ser um fator de interesse, ela é necessária para calcular o tempo de viagem que, por sua vez, irá definir o custo da viagem. Como a pesquisa foi feita em relação a uma viagem real que o respondente realizou no passado, foi necessário descobrir a distância de viagem. De forma a reduzir imprecisões, foi decidido que seria calculada uma distância aproximada da viagem com base nos bairros de origem e destino do respondente.

Para realizar a estimativa da distância de viagem os bairros de Porto Alegre foram divididos em zonas de interesse. Cada zona possui uma distância máxima, em carta, de 7 quilômetros entre seus pontos mais distantes. Com isso, foi possível dividir o mapa de Porto Alegre em 7 zonas de interesse. A partir dessas, foi possível classificar a viagem dos respondentes em três grupos, relativos as zonas de que continham seus destinos de origem e destino. Os grupos, bem como as faixas de distância as quais eles se referem estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Grupos de distância

Grupo de distância	Faixa de distância	Significado
I	0 a 7 km	Bairros de origem e destino estão contidos na mesma zona de interesse
II	8 a 12 km	Bairro de origem está em uma zona adjacente ao bairro de destino
III	Mais de 12 km	Bairro de origem não está em uma zona adjacente ao bairro de destino

(fonte: elaborado pelo autor)

4.1.1. Tempo e custo de viagem

O tempo e o custo de viagem são fatores diretamente relacionados para bicicletas compartilhadas, sendo utilizados em pesquisas similares à desenvolvida neste trabalho (CAMPBELL et al., 2016; LI; KAMARGIANNI, 2018).

Primeiramente, para chegar no tempo de viagem, foi calculado o tempo de deslocamento para cada valor da faixa de distância, utilizando a velocidade de 25 km/h (CONTRAN, 2013). Após isso, foram agregados valores de erro referentes a paradas ou momentos de aceleração a cada um desses tempos.

O valor final de tempo para cada grupo de distância foi o valor médio de todos os tempos de cada grupo, que foi arredondado para melhor compreensão da pesquisa. Para obter uma faixa de valores, foram considerados dois outros valores que são, respectivamente, um acréscimo e uma redução de 20% do valor médio.

Tabela 2 – Tempos por grupo de distância

Grupo de distância	Faixa de distância	Tempo
I	0 a 7 km	10 minutos
		15 minutos
		20 minutos
II	9 a 12 km	20 minutos
		30 minutos
		40 minutos
III	Mais de 12 km	35 minutos
		45 minutos
		55 minutos

(fonte: elaborado pelo autor)

Para chegar aos valores do custo de viagem, para cada grupo de distância, foram utilizados como base os preços de aluguel de bicicletas compartilhadas praticados atualmente em sistemas brasileiros. Com isso se chegou ao valor de R\$ 0,40 por minuto de utilização da bicicleta elétrica. Além disso, é comum em sistemas de compartilhamento que seja cobrado um

valor de retirada do veículo. Assim para se chegar ao valor final foram somados o valor da retirada da bicicleta elétrica, de R\$ 4,00, com o valor por minuto vezes o tempo médio de cada grupo.

Para obter a faixa de valores, foram considerados um acréscimo e uma redução de 30% do valor inicial. Os valores finais, resumidos na Tabela 3, também foram arredondados.

Tabela 3 – Custos por grupo de distância

Grupo de distância	Faixa de distância	Custo
I	0 a 7 km	R\$ 5,00
		R\$ 10,00
		R\$ 15,00
II	9 a 12 km	R\$ 10,00
		R\$ 15,00
		R\$ 20,00
III	Mais de 12 km	R\$ 15,00
		R\$ 20,00
		R\$ 30,00

(fonte: elaborado pelo autor)

4.1.2. Distância de acesso

Em pesquisas sobre modos de transportes públicos é relevante considerar a distância que o usuário precisará percorrer para acessar o modo (BACHAND-MARLEAU et al., 2012; FISHMAN et al., 2014; LI; KAMARGIANNI, 2018).

Para este trabalho foram consideradas três distâncias de acesso: 50, 200 e 500 metros. Segundo Bachand-Marleau (2012), a presença de uma estação de compartilhamento de bicicletas a menos de 500 metros da casa de um indivíduo, aumenta em 300% a chance que este utilize o veículo. Logo a distância de 500 metros foi definida como a máxima e as outras duas foram adicionadas como distâncias intermediárias.

4.1.3. Infraestrutura cicloviária

A presença de infraestrutura cicloviária é um fator bastante relevante em trabalhos que envolvam a temática de bicicletas (CAMPBELL et al., 2016; SILVEIRA; MAIA, 2015; RODRIGUES; URIARTE; CYBIS, 2019).

Para este trabalho foram consideradas três situações de infraestrutura cicloviária, coerentes com a realidade encontrada pelos habitantes de Porto Alegre. São elas:

- Presença de infraestrutura cicloviária em todo o trajeto, desconsiderando-se trechos de entrada e saída na via exclusiva;
- Presença de infraestrutura cicloviária em partes do trajeto, isto é, durante a viagem apenas alguns trechos possuem vias exclusivas para bicicletas;
- Ausência de infraestrutura cicloviária no trajeto.

Numericamente esses níveis foram definidos como: “1” para presença completa de infraestrutura cicloviária; “0,5” para presença parcial; e “0” para ausência.

4.2. Construção do projeto de pesquisa

Antes de definir a matriz de valores que foi utilizada no questionário final, foi necessário montar um projeto experimental. Esse projeto possui dois objetivos principais: testar o entendimento da pesquisa e estimar os valores iniciais dos coeficientes da função utilidade.

Utilizando o software NGene¹, foi criada uma matriz de alternativas utilizando as premissas de projetos eficientes (ROSE et al., 2008, 2009). O software necessita de dados de entrada que serão os coeficientes da função utilidade, assim inicialmente foram utilizados dados característicos da mobilidade de Porto Alegre.

O projeto piloto foi aplicado de forma bastante similar ao projeto final, porém em uma escala bastante reduzida. Ao todo o projeto piloto teve 31 resposta válidas, número suficiente para estimar os parâmetros do projeto de pesquisa final.

A construção da pesquisa de preferência declarada final seguiu os mesmos passos que o projeto experimental, para ambas foram utilizados 9 cenários. A Tabela 4 traz a matriz de

¹ Disponível em [://www.choice-metrics.com/download.html](http://www.choice-metrics.com/download.html)

valores que foi utilizada no questionário final para o Grupo II (as diferenças entre os grupos são os valores de tempo e custo de viagem).

Tabela 4 – Matriz de valores do projeto final

Cenário	Tempo de viagem (min)	Custo da viagem (R\$)	Distância de acesso (m)	Infraestrutura cicloviária
1	30	10	0,2	1
2	40	15	0,5	0,5
3	30	15	0,5	1
4	20	20	0,5	0,5
5	40	20	0,2	0
6	20	10	0,05	0,5
7	20	20	0,05	0
8	30	15	0,2	1
9	40	10	0,05	0

(fonte: elaborado pelo autor)

4.3. Questionário

O questionário de aplicação da pesquisa foi construído utilizando o programa gratuito Formulários Google. Este software apresenta algumas limitações, porém permite a criação de formulários de fácil utilização e visual limpo.

Inicialmente foram pedidas as informações socioeconômicas dos respondentes. Após isso foram pedidos dados referentes a uma viagem real que o respondente havia realizado em Porto Alegre. Nessa parte foi feita a classificação da viagem do respondente em relação aos grupos de distância a partir dos bairros de origem e destino da viagem.

Uma vez que este questionário foi enviado durante a pandemia de *Sars-CoV-2*, foi pedido que fossem consideradas viagens feitas em um período anterior as medidas de isolamento social.

Após responder os dados iniciais o respondente era encaminhado para a pesquisa de preferência declarada, aonde eram apresentados os nove cenários. Em cada cenário o respondente deveria indicar o quanto estaria disposto a utilizar uma Bicicleta Elétrica

Compartilhada, considerando os níveis apresentados. A Figura 8 traz as opções dadas aos respondentes para completar cada cenário, o questionário inteiro se encontra no Anexo A.

Figura 8 – Escala de opções de resposta

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada?

- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

(fonte: elaborado pelo autor)

De forma a explorar brevemente os impactos causados pela pandemia no deslocamento das pessoas, foram adicionadas duas perguntas ao final do questionário: “*Você acha que os efeitos da pandemia farão você alterar seus hábitos de transporte e deslocamento?*” e “*Você acha que estará mais disposto a utilizar modos de transporte ativo após a pandemia?*”.

4.4. Estimação dos modelos

Os dados coletados através do questionário foram tabelados em uma planilha única, utilizando o software *Microsoft Excel*. Para calcular as probabilidades das alternativas foi realizado a operação de linearização do Logit Binomial. Para isso foi necessário atribuir probabilidades à escala de opções de cada cenário, resumidas na Tabela 5.

Tabela 5 – Probabilidades por opção de resposta

Opção	P
Certamente Sim	0,9
Provavelmente Sim	0,7
Talvez	0,5
Provavelmente Não	0,3
Certamente não	0,1

(fonte: elaborado pelo autor)

Tendo esses valores foi possível aplicar os logaritmos dessas probabilidades e fazer a diferença entre as alternativas. A alternativa 1 foi o uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada e a alternativa 2 foi o modo original que o respondente indicou na seção de dados da viagem. Com esses dados foi possível calcular a regressão linear, operação que o próprio *Microsoft Excel* possibilita, resultando, assim, nos coeficientes finais da função utilidade.

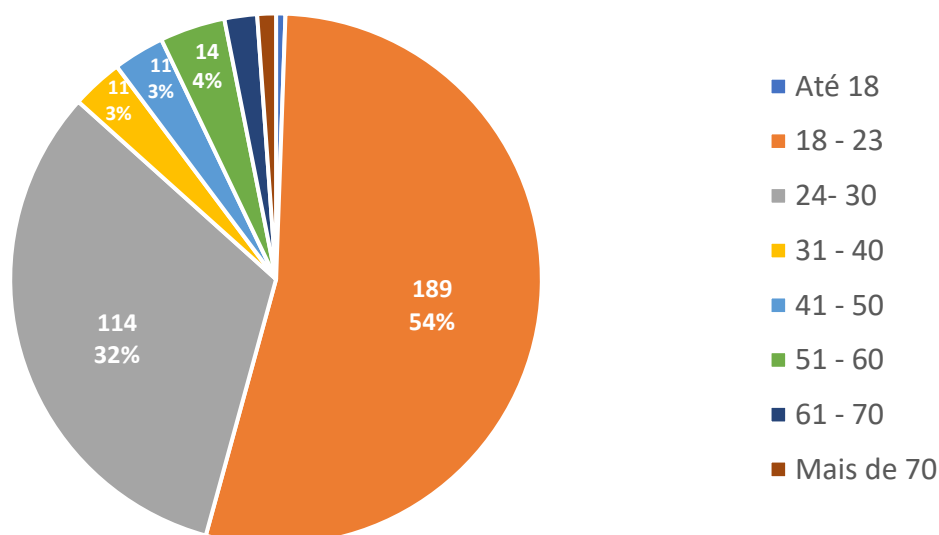
5. Caracterização da amostra

A aplicação do questionário foi realizada durante os dias 2 e 5 de julho de forma virtual. A divulgação foi por redes sociais e e-mail, resultando em 352 respostas válidas à pesquisa.

5.1. Faixa etária

Analisando a Figura 10, fica claro que a maior parte dos respondentes estava na faixa dos 18 aos 30 anos, representando 86% da amostra.

Figura 10 – Faixa etária da amostra

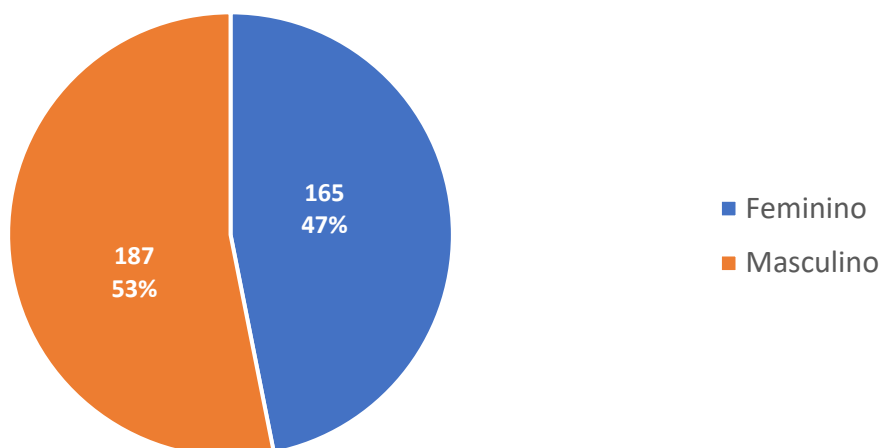


(fonte: elaborado pelo autor)

5.2. Gênero

Do total das pessoas que responderam à pesquisa, 187 eram do gênero masculino e 165 eram do gênero feminino, como mostra a Figura 11.

Figura 11 – Gênero da amostra

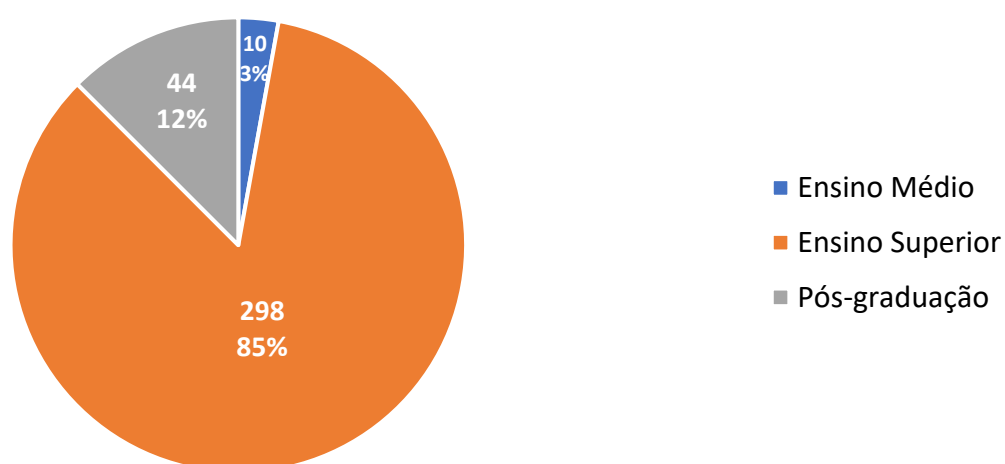


(fonte: elaborado pelo autor)

5.3. Escolaridade

Na pergunta sobre escolaridade não foi diferenciado se a pessoa já havia concluído a etapa ou ainda a estava cursando. Quase 97% dos respondentes selecionaram a opção “Ensino Superior” ou “Pós graduação”.

Figura 12 – Escolaridade da amostra

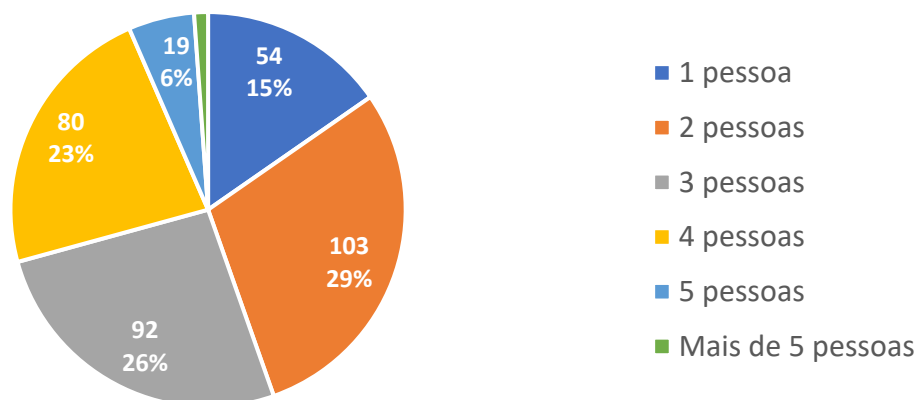


(fonte: elaborado pelo autor)

5.4. Número de pessoas na residência

Foi pedido para os respondentes indicarem o número de pessoas que moravam em suas residências, com o respondente incluso. Os dados foram bastante variados, porém é possível notar que 70% da amostra possui até 3 pessoas morando na residência.

Figura 13 – Número de pessoas por residência da amostra

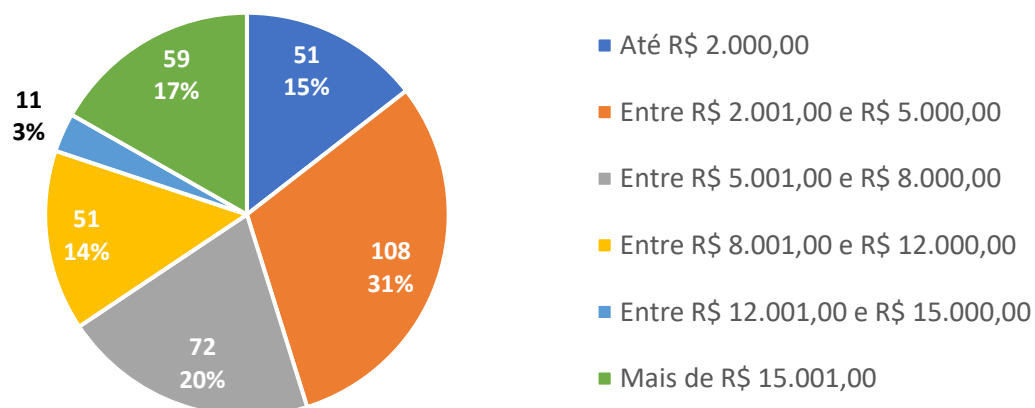


(fonte: elaborado pelo autor)

5.5. Renda bruta familiar mensal

Com base na Figura 14, é possível notar que por volta de 51% da amostra possui renda mensal familiar na faixa que vai dos R\$ 2.000,00 aos R\$ 8.000,00.

Figura 14 – Renda bruta familiar mensal da amostra

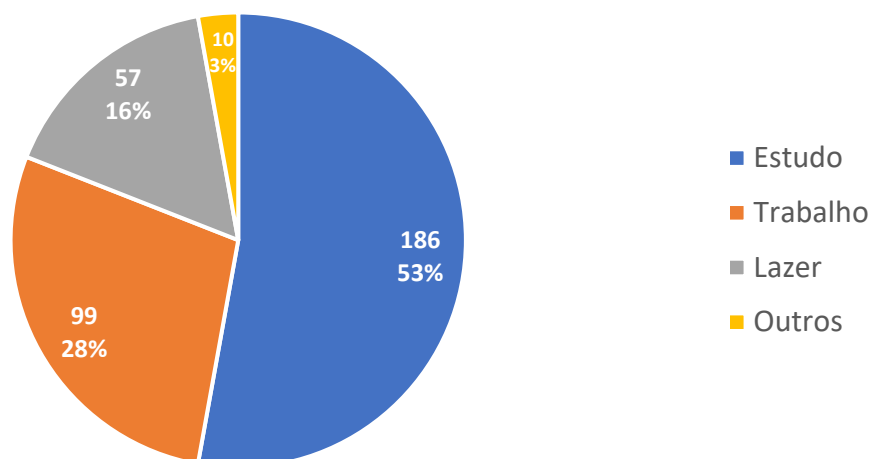


(fonte: elaborado pelo autor)

5.6. Perfil de viagens da amostra

Para realizar a pesquisa foi pedido que os respondentes indicassem a sua viagem mais frequente. Na Figura 15 está a divisão das viagens por motivo de deslocamento, é possível notar que mais de 80% da amostra teve seus deslocamentos para estudo ou trabalho.

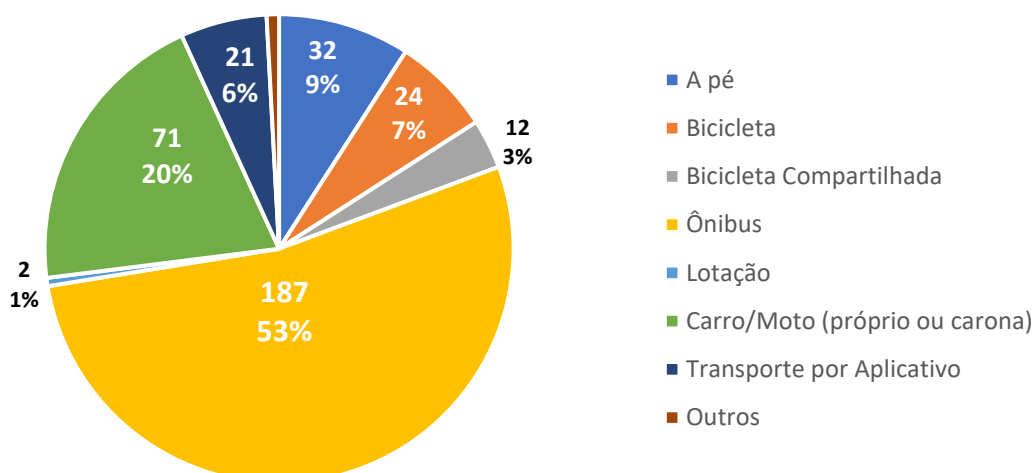
Figura 15 – Divisão das viagens por motivo de deslocamento



(fonte: elaborado pelo autor)

Foi pedido também o modo de transporte com o qual os respondentes realizam a viagem descrita. É possível ver na Figura 16, que 53% da amostra utilizava ônibus para realizar sua viagem, logo após vinha o veículo automotor próprio (carro ou moto) com 20% da amostra.

Figura 16 – Divisão das viagens por modo de transporte



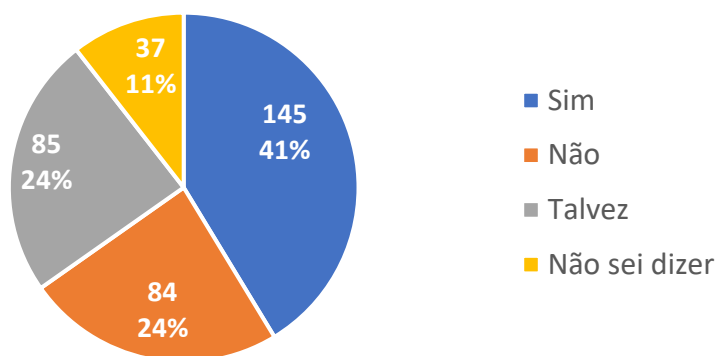
(fonte: elaborado pelo autor)

5.7. Percepções em relação à pandemia

Ao final da pesquisa foram feitas duas pesquisas sobre a percepção do respondente em relação aos impactos da pandemia de *Sars-CoV-2* sobre hábitos de transporte.

A primeira pergunta foi: “*Você acha que os efeitos da pandemia farão você alterar seus hábitos de transporte e deslocamento?*”. A Figura 17 mostra que as respostas foram bem variadas, porém mais de 40% da amostra respondeu “Sim” para a pergunta.

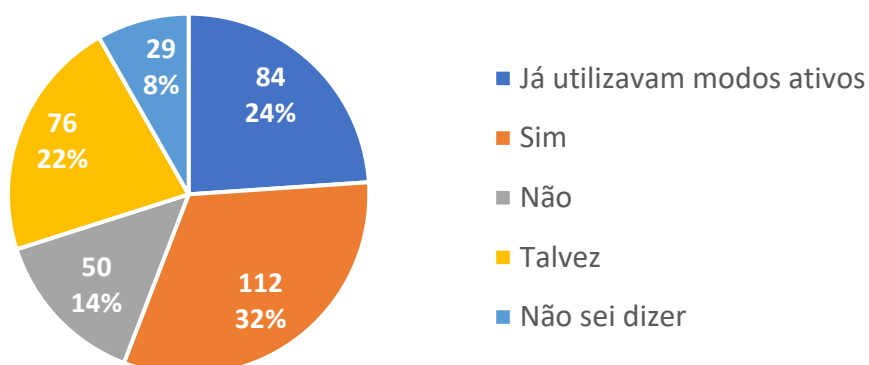
Figura 17 – Percepção em relação a mudanças de hábitos de deslocamento



(fonte: elaborado pelo autor)

A segunda pergunta foi: “*Você acha que estará mais disposto a utilizar modos de transporte ativo após a pandemia?*”. A esta pergunta, 55% das pessoas responderam que estariam mais dispostas ou que já utilizavam modos ativos antes da pandemia.

Figura 18 – Percepção em relação ao uso de modos ativos



(fonte: elaborado pelo autor)

6. Resultados

Das 352 respostas válidas que o questionário teve 177 respondentes foram classificados no Grupo I, 163 no Grupo II e apenas 12 no Grupo III.

Os resultados do cálculo da regressão linear através da linearização do Logit Binomial estão apresentados na Tabela 6. Sendo estes os coeficientes da função utilidade relacionada a alternativa 1: o uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada.

Tabela 6 – Coeficientes da função utilidade

	Coeficientes	Teste t	Valor-P
θ_0	-0,455	-14,329	3,63E-45
Tempo de Viagem	-0,002	-2,367	0,018
Custo de Viagem	-0,065	-20,228	1,15E-85
Distância de Acesso	-0,147	-2,169	0,030
Infraestrutura Ciclovária	0,235	6,115	1,08E-09
		R ²	0,143

(fonte: elaborado pelo autor)

O R² ajustado resultante foi de 0,143, valor considerado baixo, porém aceitável para este tipo de pesquisa, com outros exemplos na bibliografia com valores parecidos. Todos os fatores escolhidos foram significativos uma vez que $p > 0,05$ e $|t| > 1,96$. Assim a expressão da função utilidade relacionada ao uso de uma Bicicleta Elétrica Compartilhada está apresentada abaixo:

$$V_{B.E.C} = -0,455 - 0,002 * Tempo - 0,065 * Custo - 0,147 * Acesso + 0,235 * Ciclovía$$

Equação 6

As variáveis tempo de viagem, custo de viagem e distância de acesso possuem valor negativo, logo um aumento em seus valores causa uma redução na utilidade de uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada. A presença de infraestrutura ciclovária, por ter um valor positivo, aumenta a utilidade de uso do modo. Estes resultados já eram esperados a partir da revisão bibliográfica, sendo assim confirmados pelos resultados da pesquisa.

Após o cálculo dos coeficientes da função utilidade, foi possível calcular as elasticidades referentes a cada um dos fatores de interesse, resumidos na Tabela 7.

Tabela 7 – Elasticidades dos fatores de interesse

Fator de interesse	Elasticidade
Tempo de Viagem	-0,04%
Custo de Viagem	-0,60%
Distância de Acesso	-0,03%
Infraestrutura Ciclovária	0,08%

(fonte: elaborado pelo autor)

A elasticidade, neste caso, irá representar o quanto a função utilidade relacionada ao uso de uma Bicicleta Elétrica Compartilhada varia percentualmente quando um determinado fator de interesse tiver uma variação de 1%.

É possível notar que o fator com a maior elasticidade, em módulo, é o custo de viagem. Assim para um incremento de 1% no custo da viagem, a probabilidade de uso de uma Bicicleta Elétrica Compartilhada diminui em 0,6%.

O fator que apresenta a menor elasticidade é a distância de acesso. Para cada incremento de 1% nesse fator, existe uma redução de apenas 0,03% na probabilidade de uso de uma Bicicleta Elétrica Compartilhada.

Foi feita uma análise das elasticidades por Grupo de Distância para os fatores de tempo e custo de viagem. Como a distância de acesso e presença de infraestrutura ciclovária tinham os mesmos valores em todos os Grupos de Distância, suas elasticidades não apresentaram variações significativas.

Através do Gráfico 2 podemos ver que a elasticidade associada ao tempo de viagem varia pouco através dos grupos. A elasticidade do custo de viagem, por outro lado, é mais sensível a distância viajada: o valor de elasticidade do Grupo II é mais 1,5 vezes maior do que a do Grupo I; a elasticidade do Grupo III é 2,5 vezes maior que a do Grupo I (porém é importante notar que Grupo III teve apenas 12 respostas).

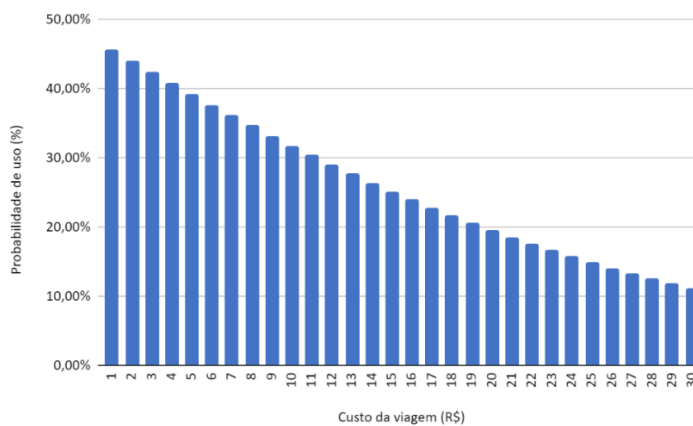
Gráfico 2 – Variação das elasticidades entre os grupos de distância



(fonte: elaborado pelo autor)

Foi feita uma análise da probabilidade de uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada em relação ao custo de viagem, o fator com maior elasticidade. Para isso todos outros valores foram mantidos constantes e apenas o custo de viagem foi variado. A partir da Gráfico 3, é possível notar que a probabilidade de uso do modo parte de um valor de quase 45% quando a viagem é R\$ 1,00 até chegar a um pouco mais de 10% com a viagem a R\$ 30,00.

Gráfico 3 – Probabilidade de uso da Bicicleta Elétrica Compartilhada x custo da viagem



(fonte: elaborado pelo autor)

7. Considerações Finais

Este trabalho foi iniciado a partir de uma revisão bibliográfica na área de sistemas de compartilhamento de bicicletas. Dessa revisão inicial foram definidos os fatores de interesse que teriam suas significâncias estimadas pelo método do Logit Multinomial. Os fatores de interesse escolhidos foram: tempo e custo de viagem, distância de acesso e infraestrutura cicloviária. Os dados necessários para a estimação do modelo vieram através de uma pesquisa de Preferência Declarada (PD), essa foi construída na forma de um questionário online.

O questionário da pesquisa PD era formado por nove cenários hipotéticos, nos quais os níveis dos fatores de interesse variaram. O respondente deveria se basear em uma viagem real sua, realizada em Porto Alegre, e indicar o quanto disposto estaria a utilizar uma *Bicicleta Elétrica Compartilhada*, ao invés do modo que este tinha realmente utilizado.

A amostra resultante da pesquisa foi bastante homogênea em quesitos socioeconômicos. Isto já era esperado, uma vez que a pesquisa foi divulgada, principalmente, para universitários jovens de Porto Alegre.

A pesquisa encontrou que os quatro fatores de interesse escolhidos são significativos para o uso da *Bicicleta Elétrica Compartilhada*. Junto a isso, todos os fatores, menos o de infraestrutura cicloviária, tem impacto negativo no uso do modo, resultados que já tinham sido identificados na bibliografia.

O fator com a maior elasticidade foi o custo de viagem, o que quer dizer que este é o fator mais sensível na composição da probabilidade de uso de uma *Bicicleta Elétrica Compartilhada*. Neste caso específico, um incremento de 10% no custo de viagem, leva a uma redução de 6% probabilidade de uso da *Bicicleta Elétrica Compartilhada*.

Outro resultado interessante é que a elasticidade do custo de viagem apresentou grande variação através dos grupos de distância. Quanto a distância da viagem aumentou, a elasticidade do custo de viagem também aumentou, assim para o grupo III a elasticidade foi 2,5 vezes maior que para o grupo I.

Ao final do questionário, foram feitas duas perguntas em relação ao impacto que os respondentes presumiam que pandemia poderia causar em relação a seus hábitos de transporte e deslocamento. É interessante notar que mais da metade dos respondentes acharam que a pandemia poderia alterar seus hábitos. Desses mesmos indivíduos, 30% deles se disseram dispostos a utilizar modos de transporte ativos após a pandemia.

É importante notar que sistemas de compartilhamento de bicicletas não precisa possuir, exclusivamente, Bicicletas Elétricas. O ideal é que as Bicicletas Elétricas sejam implementadas em conjunto com as bicicletas comuns. Dessa forma, a *Bicicleta Elétrica Compartilhada* funciona como uma opção para os clientes dispostos a pagar mais por uma viagem mais rápida e mais confortável.

Um sistema de compartilhamento de bicicletas é sempre um ótimo complemento para a malha de transporte público de uma cidade. Visto que, uma das formas de melhorar a qualidade do transporte público da cidade é diversificando as opções de transporte.

Às conclusões desse trabalho podem se adicionar outras pesquisas que incluam fatores de interesse não abordados nesse projeto de pesquisa, como: clima, temperatura, declividade do trajeto, entre outros. Além disso, a área de *Bicicletas Elétricas Compartilhadas* apresenta espaço para mais estudos como: viabilidade de implantação de sistema de compartilhamento, projeto eletromecânico para bicicletas elétricas, projeto de otimização da bateria das bicicletas elétricas, entre diversas outras oportunidades de pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALIANÇA BIKE. *Projeções e análise da demanda por bicicletas elétricas no Brasil*. Sidera Consult, 2018. Disponível em: <http://bicicletaseletricas.aliancabike.org.br/wp-content/uploads/2019/06/analise-projecoes-demanda-bicicletas-eletricas.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- BACHAND-MARLEAU, Julie et al. **Better Understanding of Factors Influencing Likelihood of Using Shared Bicycle Systems and Frequency of Use**. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2012.
- BIERLAIRE, Michel. **BIOGEME: a free package for the estimation of discrete choice models**. 3rd Swiss Transport Research Conference, 2003.
- BIKEPOA. *Página institucional*. Disponível em: <https://bikeitau.com.br/bikepoa/>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- BOARETO, Renato. et al. **Caderno de referência para elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades**. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana, 2007.
- BOURNE, Jessica E. et al. **Health benefits of electrically-assisted cycling: a systematic review**. International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity. 2018.
- BRASIL. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código de Trânsito Brasileiro**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm. Acesso em: 17 abr. 2020.
- CAMPBELL, Andrew A. et al. **Factors influencing the choice of shared bicycles and shared electric bikes in Beijing**. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 2016.
- CIRIACO, Douglas. **Yellow leva bicicletas elétricas compartilhadas para São Paulo**. Tecmundo. 2019. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/139377-yellow-bicicletas-eletricas-compartilhadas-paulo.htm>. Acesso em: 16 abr. 2020.
- CONTRAN - CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **Resolução Nº 465, de 27 de Novembro de 2013**. Ministério das Cidades, Brasil, 2013. Disponível em: http://www.lex.com.br/legis_25174467_RESOLUCAO_N_465_DE_27_DE_NOVEMBRO_DE_2013.aspx. Acesso em: 16 abr. 2020.
- DEMAIO, Paul. **Please, Don't Call It Dockless**. 2018. Disponível em: <http://bike-sharing.blogspot.com/2018/07/please-dont-call-it-dockless.html>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- EPTC – Empresa Pública de Transporte e Circulação. **Revista Transporte em Números: Indicadores Anuais do Transporte Público – Modal Cicloviário. 2016**. Disponível em http://lproweb.procompa.com.br/pmpa/prefpoa/eptc/usu_doc/6.cicloviario.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.
- FERRAZ, A.C.P.; TORRES, I.G.E. Transporte Público Urbano. São Paulo: Rima, 2004 apud RIES, Vanessa. **Análise do tempo de viagem do transporte coletivo a partir da proposta de implantação de faixa exclusiva em hora-pico**. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.
- FISHMAN, Elliot et al. **Barriers to bikesharing: an analysis from Melbourne and Brisbane**. Journal Of Transport Geography, 2014.

- GOODYEAR, Sarah. **The Bike-Share Boom**. 2015. Disponível em: <https://www.citylab.com/city-makers-connections/bike-share/>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- GU, Tianqi; KIM, Inhi; CURRIE, Graham. **To be or not to be dockless: empirical analysis of dockless bikeshare development in china**. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2019.
- HENSHER, David A. **Stated preference analysis of travel choices: the state of practice**. 1994.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Tarifação e financiamento do transporte público urbano**. 2013. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1365/1/Nota_Tecnica_Tarifa%C3%A7%C3%A3o_e_financiamento_do_transportep%C3%BAblico_urbano.pdf. Acesso em: 17 abr. 2020.
- ITDP - Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Financiamento e administração de sistemas públicos de bicicletas compartilhadas**. Jan. de 2018. Disponível em http://itdpbrasil.org.br/wp-content/uploads/2018/01/ITDP_TA_Financiamento_Bicicletas_Compartilhadas_Jan_2018-2.pdf. Acesso em: 17 abr. 2020.
- ITDP - Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento. **Guia de Sistemas de Bicicletas Compartilhadas**. 2018. Disponível em http://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/05/2-BSPG_Portugu%C3%AAs-1.pdf. Acesso em: 15 abr. 2020.
- LEONI, Lisiane Marques Lemos; MOSCARELLI, Fernanda da Cruz. **Bicicletas compartilhadas: Um panorama da evolução do sistema e dos programas instalados no país**. XIV Semana de Extensão, Pesquisa e Pós-graduação. Centro Universitário Ritter dos Reis, 2018.
- LI, Weibo; KAMARGIANNI, Maria. **Providing quantified evidence to policy makers for promoting bike-sharing in heavily air-polluted cities: a mode choice model and policy simulation for taiyuan-china**. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2018.
- LOBO, Zé. **Bike Rio, 4ª Geração já está nas ruas**. Transporte Ativo. 2018. Disponível em: <http://transporteativo.org.br/ta/?p=11115>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- MANZONI, Vincenzo et al. **Integration of Electric Pedal Assisted Bikes in a Bike-Sharing System**. 12th IFAC Symposium on Transportation Systems. 2009.
- MEDDIN, Russell; DEMAIO, Paul. **The Bike-sharing World Map**. 2020. Disponível em: <http://www.bikesharingmap.com/>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- MEDDIN, Russell; **The Bike-sharing World at the End of 2016**. 2016. Disponível em: <http://www.bikesharephiladelphia.org/PDF%20DOC/2016YearEndBikesharingMapRD.pdf> Acesso em: 15 abr. 2020.
- MORE: Mecanismo online para referências, versão 2.0. Florianópolis: UFSC Rexlab, 2013. Disponível em: <http://www.more.ufsc.br/>. Acesso em: 14 abr. 2020.**
- O SUL. **Utilização da BikePOA aumenta quase 60% neste ano**. 2019. Disponível em: <https://www.osul.com.br/utilizacao-da-bikepoa-aumenta-quase-60-neste-ano/>. Acesso em: 15 abr. 2020.

ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. ORTÚZAR, J. de D.; WILLUMSEN, L. G. **Modelling Transport**. 4th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.

PARKES, Stephen D. et al. **Understanding the diffusion of public bikesharing systems: evidence from Europe and North America**. Journal Of Transport Geography, 2013.

RIES, Vanessa. **Análise do tempo de viagem do transporte coletivo a partir da proposta de implantação de faixa exclusiva em hora-pico**. 2016. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

ROCHA, Juliana Scherer. **Estudo sobre a disposição dos usuários a caminhar mais para obter um transporte público de melhor qualidade**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

RODRIGUES, Fernando Schultz Peña; URIARTE, Ana Margarita Larrañaga; CYBIS, Helena Beatriz Bettella. **Impacto de medidas para estímulo ao uso da bicicleta em viagens ao trabalho: estudo de caso envolvendo funcionários da companhia riograndense de saneamento**. Transportes, 2019.

RODRIGUES, Maurício Olbrick. **Avaliação da qualidade do transporte coletivo da cidade de São Carlos**. Universidade de São Paulo, 2006.

ROSE, John M. et al. **Constructing Efficient Stated Choice Experimental Designs**. Transport Reviews, 2009.

ROSE, John M. et al. **Designing efficient stated choice experiments in the presence of reference alternatives**. Transportation Research Part B: Methodological, 2008.

SANTOS, Carlos Cardoso dos. **O Valor do Tempo na Avaliação de Projetos de Transportes**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

SILVEIRA, Mariana Oliveira da; MAIA, Maria Leonor Alves. **Variáveis que influenciam no uso da bicicleta e as crenças da teoria do comportamento planejado**. Revista Transportes, 2015.

VELIGO. Página institucional. Disponível em: <https://www.veligo-location.fr/what-is-veligo-location/>. Acesso em: 16 abr. 2020.

WEISS, Martin et al. **On the electrification of road transportation – A review of the environmental, economic, and social performance of electric two-wheelers**. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2015.

YUGE, Claudio. **Tembici libera bikes elétricas compartilhadas com o e-Bike Itaú em SP. Tecmundo. 2019**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/mobilidade-urbana-smart-cities/139564-tembici-libera-bikes-eletricas-compartilhadas-bike-itaú-sp.htm>. Acesso em: 16 abr. 2020.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Mobilidade Compartilhada

Essa pesquisa tem o objetivo de analisar uma nova opção para o compartilhamento de bicicletas.

O único pré-requisito para responder essa pesquisa é já ter realizado algum deslocamento dentro da cidade de Porto Alegre, independentemente do modo de transporte utilizado.

A pesquisa utiliza cenários hipotéticos, então não tem problema que você não tenha realizado viagens nos últimos meses.

A pesquisa leva menos de 10 minutos para ser respondida.

Os dados recolhidos são anônimos e serão utilizados para a formulação de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Nenhum dado individual será divulgado.

***Obrigatório**

Você concorda em participar da pesquisa? *

- Sim
- Não

Próxima

Dados gerais

Idade *

- Menos de 18 anos
- Entre 18 e 23 anos
- Entre 24 e 30 anos
- Entre 31 e 40 anos
- Entre 41 e 50 anos
- Entre 51 e 60 anos
- Entre 61 e 70 anos
- Mais de 71 anos

Gênero *

- Feminino
- Masculino
- Prefiro não dizer
- Outro:

Escolaridade *

- Ensino fundamental (completo ou incompleto)
- Ensino médio (completo ou incompleto)
- Ensino superior (completo ou incompleto)
- Pós graduação (completa ou incompleta)
- Outro:

Quantas pessoas moram em sua residência? *

- Somente eu
- 2
- 3
- 4
- 5
- Mais de 5

Qual a sua renda familiar mensal? *

Considere a renda bruta.

- Até R\$ 2.000,00
- Entre R\$ 2.001,00 e R\$ 5.000,00
- Entre R\$ 5.001,00 e R\$ 8.000,00
- Entre R\$ 8.001,00 e R\$ 12.000,00
- Entre R\$ 12.001,00 e R\$ 15.000,00
- Mais de R\$ 15.001,00

Você possui carteira de habilitação? *

- Sim
- Não

Quantos carros e/ou motos existem em sua residência? *

Caso existam os dois veículos dê o número total.

- Nenhum
- 1
- 2
- 3
- 4
- Mais de 4

Quantas bicicletas existem em sua residência? *

- Nenhuma
- 1
- 2
- 3
- Mais de 3

Você já utilizou algum serviço de compartilhamento de bicicletas? *

P. ex. BikePoa

- Sim
- Não

Dados da viagem

Para responder esse questionário você irá considerar uma VIAGEM REAL que você já realizou dentro da cidade de Porto Alegre.

Devido a pandemia você deve ter mudado drasticamente seus hábitos de transporte e deslocamento. Dessa forma considere uma viagem que você realizava antes das medidas de isolamento social.

Escolha a viagem MAIS FREQUENTE que você realizava pré-pandemia. Se você realizava essa viagem escolhida mais de uma vez ao dia, considere a viagem de ida.

Qual era o motivo dessa viagem? *

- Trabalho
- Estudo
- Lazer
- Compras
- Outro:

Qual modo de transporte você utilizava? *

- A pé
- Bicicleta
- Bicicleta Compartilhada (p.ex. BikePoa)
- Ônibus
- Lotação
- Carro/Moto (próprio ou carona)
- Transporte por aplicativo
- Táxi
- Outro:

Qual era o tempo aproximado da viagem (em minutos)? *

Considere apenas o tempo gasto UTILIZANDO o modo de transporte (desconsidere tempo de caminhadas, baldeações, etc.)

Sua resposta

Qual era o custo aproximado da viagem? *

Caso você não saiba, você pode estimar os valores: Carro - R\$ 0,50 por km rodado ; Moto - R\$ 0,15 por km rodado

- Sem custo
- Até R\$ 5,00
- De R\$ 5,00 a R\$ 10,00
- De R\$ 10,00 a R\$ 15,00
- De R\$ 15,00 a R\$ 20,00
- De R\$ 20,00 a R\$ 25,00
- Mais de R\$ 25,00

Qual era a distância de acesso até o seu modo de transporte? *

Caso você tenha selecionado o modo "A pé" marque a primeira opção.

- Nenhuma
- Até 1 quadra (100 metros)
- 2 quadras (200 metros)
- 3 quadras (300 metros)
- 4 quadras (400 metros)
- 5 quadras (500 metros)
- Mais de 5 quadras

Existe ciclovia ao longo do trajeto de sua viagem? *

- Sim, na maior parte dele
- Sim, porém apenas em algumas partes
- Não

Qual era o bairro de origem da viagem? *

[Voltar](#)

[Próxima](#)

Destino - Z1

Qual o bairro de destino da viagem? *

[Voltar](#)

[Próxima](#)

Instruções para responder a pesquisa

Esta pesquisa é sobre o uso de um modo de transporte que ainda não existe em POA, as Bicicletas Elétricas Compartilhadas.

Nesse sistema você pode alugar uma Bicicleta Elétrica e pagar apenas pelo tempo de utilização, similar ao que temos hoje com o BikePOA.

A vantagem da Bicicleta Elétrica é que um motor elétrico vai te ajudar no deslocamento. Você ainda vai precisar pedalar, mas você vai poder realizar viagens maiores, ou mais íngremes, com um esforço reduzido (em relação a uma bicicleta comum) e você ainda pode utilizar as ciclovias.

O questionário a seguir é formado por 9 cenários hipotéticos. Cada cenário conta com 4 atributos relativos a uma viagem utilizando uma Bicicleta Elétrica Compartilhada. Esses atributos VARIAM em cada cenário. São eles:

- TEMPO da viagem
- CUSTO da viagem
- DISTÂNCIA até a bicicleta
- Existência de CICLOVIA no trajeto





Assim você deve selecionar, em uma escala de 1 a 5, o quanto você estaria disposto a usar a Bicicleta Elétrica Compartilhada para realizar a VIAGEM que você descreveu na seção anterior.

[Voltar](#)

[Próxima](#)

Cenário 1/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:

-  Tempo de viagem: **30 minutos**
-  Custo da viagem: **R\$ 10,00**
-  Distância até a bicicleta: **200 metros (2 quadras)**
-  Existe ciclovia no trajeto: **Sim, em todo ele**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *





- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

Voltar

Próxima

Cenário 2/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:

-  Tempo de viagem: **40 minutos**
-  Custo da viagem: **R\$ 15,00**
-  Distância até a bicicleta: **500 metros (5 quadras)**
-  Existe ciclovia no trajeto: **Sim, em parte dele**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *





- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

Voltar

Próxima

Cenário 3/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:

-  Tempo de viagem: **30 minutos**
-  Custo da viagem: **R\$ 15,00**
-  Distância até a bicicleta: **500 metros (5 quadras)**
-  Existe ciclovia no trajeto: **Sim, em todo ele**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *

- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

Voltar

Próxima

Cenário 4/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:



Tempo de viagem: **20 minutos**



Custo da viagem: **R\$ 20,00**



Distância até a bicicleta: **500 metros (5 quadras)**



Existe ciclovia no trajeto: **Sim, em parte dele**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *

- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

Voltar

Próxima

Cenário 5/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:



Tempo de viagem: **40 minutos**



Custo da viagem: **R\$ 20,00**



Distância até a bicicleta: **200 metros (2 quadras)**



Existe ciclovias no trajeto: **Não**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *





- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

Voltar

Próxima

Cenário 6/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:

-  Tempo de viagem: **20 minutos**
-  Custo da viagem: **R\$ 10,00**
-  Distância até a bicicleta: **50 metros (meia quadra)**
-  Existe ciclovia no trajeto: **Sim, em parte dele**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *





- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

Voltar

Próxima

Cenário 7/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:

-  Tempo de viagem: **20 minutos**
-  Custo da viagem: **R\$ 20,00**
-  Distância até a bicicleta: **50 metros (meia quadra)**
-  Existe ciclovias no trajeto: **Não**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *

- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

[Voltar](#)[Próxima](#)

Cenário 8/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:



Tempo de viagem: **30 minutos**



Custo da viagem: **R\$ 15,00**



Distância até a bicicleta: **200 metros (2 quadras)**



Existe ciclovia no trajeto: **Sim, em todo ele**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *


- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não


Voltar


Próxima


Cenário 9/9

Sua viagem com uma Bicicleta Elétrica Compartilhada:

 Tempo de viagem: **40 minutos**

 Custo da viagem: **R\$ 10,00**

 Distância até a bicicleta: **50 metros (meia quadra)**

 Existe ciclovia no trajeto: **Não**

Dado esse cenário, você utilizaria a Bicicleta Elétrica Compartilhada? *

- 1 - Certamente sim
- 2 - Provavelmente sim
- 3 - Talvez
- 4 - Provavelmente não
- 5 - Certamente não

Voltar

Próxima

Percepções em relação à pandemia

Você acha que os efeitos da pandemia farão você alterar seus hábitos de transporte e deslocamento. *

- Sim
- Não
- Talvez
- Não sei dizer

Você acha que estará mais disposto a utilizar modos de transporte ativo após a pandemia? *

Modos ativos são, principalmente, andar a pé e utilizar bicicleta.

- Sim
- Não
- Talvez
- Eu já utilizava modos ativos pré-pandemia
- Não sei dizer

[Voltar](#)[Enviar](#)

Nunca envie senhas pelo Formulários Google.

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#) - [Política de Privacidade](#)

Google Formulários