

## **Padrões de utilização da trotineta partilhada**

**Mariana da Penha Coutinho Cagica Pinto**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em

### **Engenharia Civil**

Orientador: Prof. Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura

#### **Júri**

Presidente: Prof.<sup>a</sup> Maria do Rosário Mauricio Ribeiro Macário

Orientador: Prof. Filipe Manuel Mercier Vilaça e Moura

Vogal: Prof. Vasco Domingos Moreira Lopes Miranda dos Reis

**Setembro de 2020**



# DECLARAÇÃO

Declaro que o presente documento é um trabalho original da minha autoria e que cumpre todos os requisitos do Código de Conduta e Boas Práticas da Universidade de Lisboa.



# AGRADECIMENTOS

Durante a realização desta dissertação existiram algumas dificuldades, no entanto, apoio e suporte nunca me faltaram, e por isso quero agradecer a quem me auxiliou durante esta etapa.

Em primeiro lugar, quero agradecer ao meu orientador, Professor Filipe Moura, que me sugeriu este tão interessante tema, que sempre me ajudou, mostrando-se sempre disponível ao longo da dissertação.

Em segundo lugar, quero agradecer à Rosa Félix por toda a assistência que me deu, por me ensinar a trabalhar com alguns programas, arranjando sempre um tempo para me ajudar. Quero também agradecer ao Miguel Costa pela sua ajuda com o BIOGEME, que foi muito importante neste processo.

Finalmente, quero agradecer o apoio dos meus pais e avós e familiares por sempre “puxarem” por mim, especialmente nos momentos de maiores dificuldades, aos meus colegas e amigos por sempre me proporcionarem bons momentos e alegria e ao meu namorado pelo seu constante encorajamento em todo meu percurso académico.

A todos vós, um grande obrigado!

Mariana Cagica Pinto



# RESUMO

As trotinetas elétricas partilhadas surgiram em Lisboa nos finais do ano de 2018, com o intuito de melhorar a micromobilidade dentro da cidade e promover a mobilidade partilhada na população. Estes novos modos são utilizados para a realização de curtas distâncias como o “primeiro e último quilómetro”, servindo também como acesso rápido a outros modos de transporte. Tendo em conta que se trata de um modo recente, existem poucos estudos sobre quais os seus impactos dentro das cidades. Desta forma este estudo incide em compreender o papel das trotinetas em Lisboa e, se são utilizadas da forma pretendida.

Foi então realizado um inquérito dirigido apenas a utilizadores de trotinetas partilhadas, que questionou os participantes sobre os seus padrões de mobilidade regulares; utilização da trotineta partilhada; preferências e opiniões relativamente aos sistemas de trotinetas; e características sociodemográficas e de habitação.

A partir deste inquérito foram desenvolvidas três análises. A primeira diz respeito à identificação dos tipos de utilizadores, através de uma análise de *clusters* utilizando o programa SPSS, da qual resultaram dois grupos: os unimodais e os multimodais. A segunda análise foi baseada nas origens e destinos das viagens com a trotineta e, utilizando o programa QGIS, determinaram-se os padrões territoriais e de utilização dos utilizadores. Na última análise desenvolveram-se dois modelos que procuram explicar as escolhas dos utentes, relativamente aos motivos da viagem com a trotineta e os modos que foram substituídos pela mesma.

## Palavras-chave

Trotinetas elétricas partilhadas

Mobilidade partilhada

Micromobilidade

Lisboa

Análise de *clusters*

Modelos de escolha discreta





# ABSTRACT

Shared e-scooters were introduced in Lisbon in the end of 2018 to improve micro-mobility within the city and promoting shared mobility in the population. This new mode is typically used for short distances and for the "first and last mile" to provide a quick access to other modes of transport. As this is a recent mode, there are few studies on what its impacts are in cities. Therefore, this study focuses on understanding the role of scooters in Lisbon and whether or not they are used as initially planned.

A survey was then carried out targeting only users of shared e-scooters, who were questioned about their regular mobility patterns; how they used of the shared e-scooter; preferences and opinions regarding e-the sharing system; and additional personal socio-demographic and housing characteristics.

Three analyses were developed based on the collected data. The first concerns the identification of types of users, through cluster analysis using the SPSS, which resulted in two groups: unimodal and multimodal users. The second analysis was based on the origins and destinations of e-scooter trips and, using QGIS, geographical mobility patterns were identified (i.e., potential routes, as these could not be extracted from e-scooters activity). In the final analysis, two models were developed which seek to explain users' choices regarding the trip motivation and which modes have been replaced by shared e-scooters.

## Keywords

Micro-mobility

Shared mobility

Shared e-scooter

Lisbon

Cluster analysis

Discrete choice modelling



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1	ENQUADRAMENTO.....	1
1.2	OBJETIVO .....	3
1.3	ABORDAGEM METODOLÓGICA E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	4
<b>2</b>	<b>ESTADO DE ARTE.....</b>	<b>7</b>
2.1	ECONOMIA DE PARTILHA E MOBILIDADE PARTILHADA .....	7
2.2	IMPORTÂNCIA DOS MODOS PARTILHADOS EM DESLOCAÇÕES DE CURTAS DISTÂNCIAS .....	12
2.3	MODELOS DE PARTILHA DE MODOS ATIVOS E SUAVES.....	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>23</b>
3.1	CASO DE ESTUDO .....	23
3.2	DESCRIÇÃO DO INQUÉRITO.....	25
3.3	MÉTODOS DE ANÁLISE .....	28
3.3.1	<i>Análise de Clusters</i> .....	28
3.3.2	<i>Sistemas de Informação Geográfica (SIG)</i> .....	31
3.3.3	<i>Modelos de escolha discreta</i> .....	32
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS .....</b>	<b>35</b>
4.1	ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS .....	35
4.2	ANÁLISE DE <i>CLUSTERS</i> AOS UTENTES .....	39
4.2.1	<i>Tipos de utilizadores</i> .....	44
4.3	ANÁLISE PRELIMINAR AOS PADRÕES DE UTILIZAÇÃO DAS TROTINETAS .....	50
4.3.1	<i>Padrões territoriais de utilização</i> .....	52
4.3.2	<i>Padrões de utilização multimodal (combinação com outros modos)</i> .....	59
4.3.3	<i>Padrões de estacionamento de trotinetas em Lisboa</i> .....	61
<b>5</b>	<b>MODELAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS UTENTES DO SISTEMAS DE TROTINETAS PARTILHADAS.....</b>	<b>63</b>
5.1	RESULTADOS DOS MODELOS CALIBRADOS .....	64
5.1.1	<i>Resultados do primeiro modelo – motivo da viagem com a trotineta</i> .....	65
5.1.2	<i>Resultados do segundo modelo – modos substituídos pela viagem com a trotineta</i> .....	69

5.2	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICA .....	75
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>77</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>81</b>
	REFERÊNCIAS CIENTÍFICAS.....	81
	OUTRAS REFERÊNCIAS .....	86
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>89</b>
	ANEXO A - GUIÃO DE INQUÉRITO AOS UTILIZADORES DE TROTINETAS ELÉTRICAS PARTILHADAS (VERSÃO EM PORTUGUÊS).....	89
	<i>A.1 – Perguntas do questionário .....</i>	<i>89</i>
	<i>A.2 – Diagrama de ramificação .....</i>	<i>101</i>
	ANEXO B – LISTA DOS ATRIBUTOS ESTUDADOS NOS MODELOS DE ESCOLHA DISCRETA .....	107

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Fotografia de trotinetas deixadas no meio do passeio, obstruindo a passagem dos peões .....	2
Figura 1.2 – Representação esquemática da metodologia utilizada .....	5
Figura 2.1 – Estrutura da relação entre a consciencialização de um individuo e as capacidade do sistema de transporte (Clifton and Moura, 2017).....	13
Figura 2.2 – Estrutura das relações entre a intermodalidade e os vários atributos de conetividade (Allard and Moura, 2018) .....	15
Figura 2.3 – Representação esquemática dos modelos de partilha do tipo station-based (station-based round-trip à esquerda e station-based one-way à direita). Adaptado de Machado et al. (2018). .....	18
Figura 2.4 - Representação esquemática do modelo de partilha free-floating. Adaptado de Machado et al. (2018).....	18
Figura 3.1 - Orografia das ruas da cidade de Lisboa (Félix, 2012) .....	24
Figura 4.1 – Pirâmide esquemática dos grupos de subscritores de serviços de trotinetas partilhadas. ....	39
Figura 4.2 - Nível de importância das variáveis que constituem os clusters .....	45
Figura 4.3 - Distribuição dos clusters pelas variáveis .....	46
Figura 4.4– Representação das respostas em cada cluster, na variável “um modo ou combinação”..	47
Figura 4.5 - Representação das respostas em cada cluster, na variável “modos de transporte usados no dia-a-dia” .....	47
Figura 4.6 - Representação das respostas em cada cluster, na variável “costuma andar a pé?” .....	48
Figura 4.7 - Representação das respostas em cada cluster, na variável “motivo”.....	48
Figura 4.8 – Representação das respostas em cada cluster, na variável “frequência” .....	49
Figura 4.9 - Representação das respostas em cada cluster, na variável “que modo(s) a viagem com a trotineta substituiu” .....	49
Figura 4.10 – Representação das respostas em cada cluster, na variável “utiliza transportes públicos?” .....	49
Figura 4.11 - Representação das respostas em cada cluster, na variável “tem dependentes?” .....	49
Figura 4.12 - Pirâmide esquemática dos <i>clusters</i> nos grupos de subscritores dos serviços de trotinetas partilhadas .....	50
Figura 4.13 - Localização das origens dos percursos utilizando a trotineta partilhada .....	51
Figura 4.14 - Localização dos destinos dos percursos utilizando a trotineta partilhada .....	51

Figura 4.15 - Origens dos unimodais no eixo central .....	52
Figura 4.16 – Origens dos unimodais na zona do Parque das Nações .....	52
Figura 4.17 – Origens dos unimodais no eixo junto ao Rio Tejo .....	52
Figura 4.18 - Origens dos multimodais no eixo central.....	53
Figura 4.19 - Origens dos multimodais na zona do Parque das Nações .....	53
Figura 4.20 – Origens dos multimodais no eixo junto ao Rio Tejo .....	53
Figura 4.21 - Percursos que os utilizadores poderiam ter realizado com a trotineta .....	54
Figura 4.22 – Percursos realizados com a bicicletas GIRA, em 2018.....	54
Figura 4.23 - Distribuição categórica das distâncias, por tipo de utilizador .....	55
Figura 4.24 - Distribuição percentual das distâncias, por tipo de utilizador .....	55
Figura 4.25 - Distribuição categórica dos tempos de viagem, por tipo de utilizador .....	56
Figura 4.26 - Distribuição percentual dos tempos de viagem, por tipo de utilizador .....	57
Figura 4.27 - Distribuição categórica das distâncias entre a residência e a origem, por tipo de utilizador .....	58
Figura 4.28 - Distribuição percentual das distâncias entre a residência e a origem, por tipo de utilizador .....	58
Figura 4.29 - Localização das estações de transportes coletivos, em Lisboa .....	59
Figura 4.30 – Origens dos multimodais próximas de interfaces com outros modos.....	60
Figura 4.31 - Destinos dos multimodais próximos de interfaces com outros modos .....	60
Figura 4.32 - Localização dos hotspots na cidade de Lisboa .....	61
Figura 4.33 - Localização dos hotspots na zona das Avenidas Novas .....	61
Figura 4.34 – Localização dos hotspots na via e destinos próximos dos mesmos .....	62
Figura 4.35 – Localização dos hotspots no passeio e destinos próximos dos mesmos .....	62
Figura 4.36 – Localização dos hotspots em lugar de estacionamento e destinos próximos dos mesmos .....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Caracterização geral dos grupos da amostra.....	37
Tabela 4.2 - Lista das variáveis com correlações significativas .....	41
Tabela 4.3 – Cálculo dos valores para determinação de número de <i>clusters</i> finais .....	44

Tabela 5.1 – Valores obtidos do modelo MNL testado .....	65
Tabela 5.2 - Valores obtidos do modelo NL testado .....	66
Tabela 5.3 – Probabilidades de escolha de cada motivo .....	68
Tabela 5.4 - Probabilidades de escolha dadas no primeiro modelo e percentagens de escolhas reais .....	69
Tabela 5.5 – Valores dos $\beta$ e respetivos p-values para os modelos restrito e não restrito .....	70
Tabela 5.6 - Probabilidades de escolha de cada modo de transporte .....	74
Tabela 5.7 - Probabilidades de escolha dadas no segundo modelo e percentagens de escolhas reais .....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AIC	<i>Akaike's Information Criterion</i>
AML	Área Metropolitana de Lisboa
B2B	<i>Business to business</i>
BIC	<i>Bayesian Information Criterion</i>
C2B	<i>Consumer to business</i>
CE	Comissão de Ética
CF	<i>Cluster feature</i>
CML	Câmara Municipal de Lisboa
ECF	Federação de Ciclistas Europeia
EUA	Estados Unidos da América
ICT	Tecnologias de Informação e Comunicação
INE	Instituto Nacional de Estatística
KPI	<i>Key Performance Indicators</i>
MNL	Modelo <i>Multinomial Logit</i>
NL	Modelo <i>Nested Logit</i>
P2P	<i>Peer-to-peer</i>
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UE	União Europeia





# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Enquadramento

Lisboa é uma cidade que recebe diariamente centenas de pessoas que chegam para estudar, trabalhar ou visitar, e os modos de transportes que nela residem ajudam a população a movimentar-se, de modo a chegarem aos seus destinos. Neste contexto, existem vários tipos de transportes que possibilitam estas deslocações, como é o caso das trotinetas elétricas partilhadas. A mobilidade oferecida por este tipo de veículos denomina-se micromobilidade. Nesta dissertação, definiu-se que este termo é aplicado a todos os tipos de transportes, elétricos ou não, que realizem curtas distâncias (até cerca de 5km), tais como bicicletas, trotinetas, skates ou outros veículos de pequenas dimensões com rodas.

As trotinetas elétricas partilhadas começaram a surgir nos Estados Unidos da América (EUA) nos finais de 2017, em Santa Monica, e no início de 2018 começaram-se a expandir para outras cidades (Populus, 2018). Deste então, vários operadores de trotinetas partilhadas começaram a desenvolver-se noutros países, nomeadamente na Europa (Ajao, 2019).

Este novo modo chegou à cidade de Lisboa nos finais de 2018 com entre 200 a 400 trotinetas elétricas (Tomé, 2018) e, até ao final de 2019, existiam cerca de 4000 trotinetas elétricas partilhadas a circular em Lisboa (Nunes, 2019b). Durante o primeiro ano de presença na cidade, várias empresas entraram na concorrência, tendo chegado a haver 13 operadores diferentes neste mercado (Nunes, 2018). Alguns destes operadores também se lançaram para outras cidades portuguesas, mas sem tanto sucesso como o que tiveram na capital. A março de 2019 já eram efetuadas cerca de 10 mil viagens diariamente, por mais de 150.000 utilizadores, e já tinham sido percorridos mais de um milhão de quilómetros com as mesmas (Lusa, 2019a). Com a chegada da pandemia provocada pela COVID-19, os operadores suspenderam a sua atividade durante o período de confinamento (Março a Maio de 2020), tendo retomado a atividade progressivamente. Em setembro de 2020, encontram-se em operação 4 empresas de trotinetas elétricas partilhadas (Bird, Hive (Uber), Freenow, e a FROG) não sendo conhecidas estatísticas de atividade no período pós-confinamento.

As trotinetas elétricas partilhadas surgiram como uma resposta atrativa e eficaz para deslocações de curtas distâncias, e são utilizadas por diversos motivos, incluindo utilitárias e de lazer. São um modo de transporte rápido, versátil, de fácil utilização e têm um custo baseado na duração da viagem. São facilmente acedidas através de uma *app* que se instala nos atuais telemóveis, e não precisam de estações de acoplagem para o estacionamento, como alguns tipos de bicicletas partilhadas. A velocidade máxima imposta pelo código da estrada é de 25km/h (Lei n.º 72/2013 - Diário da República n.º 169/2013, Série I de 2013-09-03, Artigo 112.º) e a utilização das trotinetas é proibida a menores de 18 (Tomé, 2019a). Durante o período noturno dá-se a recolha das trotinetas para carregamento das baterias e para verificação das condições de segurança das mesmas (por exemplo, se os travões estão a funcionar devidamente e se o guiador está seguro). Após a verificação da segurança das trotinetas, estas são recolocadas na cidade, nos respetivos *hotspots*.

De uma forma geral, as trotinetas elétricas partilhadas são um bom modo de transporte que poderão ajudar a população a satisfazer as suas necessidades. No entanto, a opinião pública não é muito favorável quando se aborda este tema. É um facto que o surgimento das trotinetes elétricas instituiu, de certa forma, uma mudança na mobilidade urbana de Lisboa, e esta mudança não só afeta os utilizadores das trotinetas elétricas, mas também todos os que os rodeiam.

Tendo em conta que as trotinetas elétricas não necessitam de uma estação de acoplamento específica (*docks*), muitas delas são deixadas em cima do passeio, sobretudo juntos dos pontos de maior interesse (*POI – Points of Interest*) da cidade (como zonas turísticas, zonas de escritórios ou avenidas), que é onde existe mais movimentação e mais acessos aos transportes públicos. Por este motivo, muitas pessoas, em especial peões, estão insatisfeitas com a utilização das trotinetas. Embora existam espaços próprios e sinalizados para o estacionamento destes veículos, muitos utilizadores continuam a deixar a trotineta estacionada no passeio, muitas vezes deixando-as tombadas, obstruindo a passagem dos peões, dificultando ainda mais aqueles com dificuldades motoras e visuais.

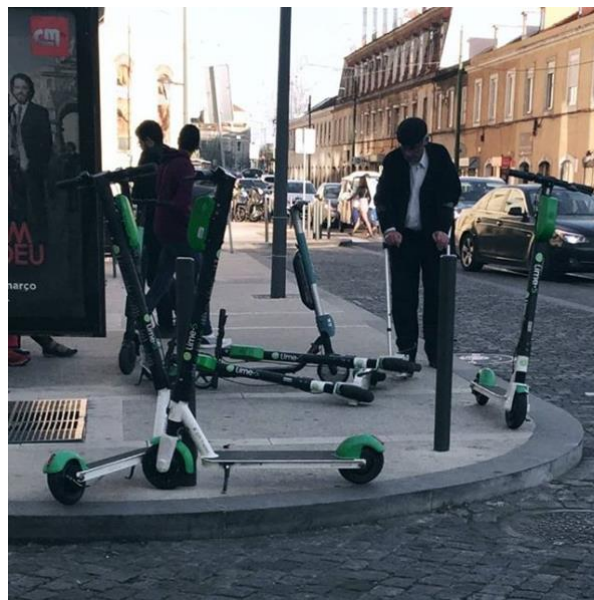


Figura 1.1 – Fotografia de trotinetas deixadas no meio do passeio, obstruindo a passagem dos peões

Outro aspeto problemático é a circulação das trotinetas. Estas devem apenas circular na ciclovia e, quando não há ciclovia presente no percurso, devem circular na estrada. Esta questão é, no entanto, um pouco paradoxal. Dado que os utilizadores devem usar a estrada para circular, a presença dos veículos motorizados transmite ao utilizador uma sensação de insegurança, já existindo vários casos de acidentes com carros causados pelo uso da trotineta na estrada (Riso and Lima, 2018; Lusa, 2019c). Por esta razão, muitos utilizadores preferem utilizar o passeio, mesmo não sendo permitido, estorvando os peões e sendo muito perigoso, em particular para aqueles com dificuldades auditivas. Paralelamente, o pavimento dos passeios (calçada portuguesa) não é um pavimento seguro para a circulação destes veículos, principalmente quando chove. Esta utilização imprudente defende a atual opinião desfavorável quanto à utilização deste modo.

Estes problemas já foram várias vezes mencionados em diversas notícias de diferentes jornais, chamando a atenção dos utilizadores acerca destes assuntos (*Trotinetas ou trotinetes?*, 2019; Almeida, 2019). Todavia, é observável que a opinião pública se baseia naquilo que vivencia e assiste no dia-a-dia, conhecendo pouco sobre o tema.

O uso das trotinetas elétricas partilhadas na cidade tem a potencialidade de reduzir o número de veículos privados dentro da mesma, uma vez que a viagem média utilizando carro dentro da área metropolitana de Lisboa (AML) é de 11km e dentro de Lisboa é de 9km (INE, 2018), ajudando na ligação entre transportes públicos – intermodalidade – ou mesmo realizando curtas distâncias, como o primeiro ou último quilómetro do percurso. Além disso, a utilização dos transportes é a responsável por grande parte de emissões de gases com efeito estufa na União Europeia (UE), dado que os transportes consomem um terço de toda a energia final da UE (European Environment Agency, 2019). Tendo em conta que o modo em estudo se trata de trotinetas elétricas, existe a possibilidade de estas serem benéficas ambientalmente, não emitindo dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) para a atmosfera (Mesquita, 2019), durante a fase de operação, embora existam outros impactes ambientais que devem ser estudados (nomeadamente, a utilização de baterias) (Ellingsen *et al.*, 2014).

Neste sentido, as trotinetas partilhadas podem também ser bastante úteis nas horas de menos procura, ou seja, durante a noite e madrugada, quando a oferta de transportes públicos é menor. Alguns operadores de sistemas de trotinetas partilhadas permitem a utilização das mesmas durante estes períodos do dia, sendo possível utilizar a trotineta para realizar as viagens necessárias (Tomé, 2019b). Em contrapartida, muitos outros operadores decidiram retirar a sua frota de trotinetas durante o horário noturno devido à vandalização dos veículos durante estes períodos. Porém, estes eventos não só sucedem durante a noite, podendo ser observados durante qualquer hora do dia o mau uso das trotinetas e os seus estragos na cidade de Lisboa.

Noutro contexto, de modo a aumentar o número de utilizadores, variados operadores lançaram campanhas de incentivo fazendo promoções aos mesmos, tais como oferta do desbloqueio da trotineta ou redução do preço da mesma (que é normalmente 1€). Outros operadores incentivam os seus utilizadores a deixarem as trotinetas nos estacionamento apropriados, oferecendo um desconto na viagem. Ainda há operadores que oferecem uma certa quantia aos indivíduos que carregarem as baterias das trotinetas, e a recolocarem nos *hotspots*. Estes indivíduos denominam-se os *juicers*. Estas pessoas têm que ser maiores de 18 anos e possuir um veículo próprio para o transporte das trotinetas (Tomé, 2019a). Recentemente, surgiram operadores que oferecem passes mensais para uma utilização mais frequente das trotinetas.

## 1.2 Objetivo

Esta dissertação incide no estudo e caracterização dos padrões de utilização de trotinetas elétricas partilhadas em Lisboa, assim como identificação de perfis de utilizadores deste modo, a fim de conhecer os seus hábitos de utilização, as razões pelas quais são levados a utilizar este tipo de veículos, quais

as suas origens e destinos, onde se deslocam, e quais as suas opiniões sobre as trotinetas elétricas partilhadas. Pretende-se conhecer também as suas propostas de mudança quanto a este modo emergente, para que sejam tidas em conta aquando uma melhoria da acessibilidade urbana em Lisboa.

Reunida esta informação, poder-se-á definir bases para a definição de políticas públicas, nomeadamente para regulamentação e planeamento do espaço público, tendo como preocupação fundamental a segurança dos utilizadores e conforto dos restantes utentes do espaço público.

Pretende-se assim definir quais os melhores espaços para estacionamento deste tipo de veículos, através do estudo das origens e destinos fornecidos, e quais as ruas e avenidas que deveriam possuir ciclovia, através dos percursos mais escolhidos pelos utilizadores.

Realizou-se um inquérito à mobilidade dos utilizadores das trotinetas elétricas partilhadas em Lisboa, a partir do qual se obtiveram respostas quanto ao tipo e padrões de mobilidade dos mesmos, relativamente às suas opções modais, assim como sobre a forma de utilização da trotineta, no que diz respeito à frequência, horário, motivo de utilização, origens e destinos mais frequentes, entre outros atributos da viagem. Como este trabalho pretende identificar perfis de utilizadores deste modo de transporte emergente em várias cidades do mundo, incluindo Lisboa, o inquérito incluiu uma caracterização sociodemográfica do respondente, nomeadamente no que se refere a idade, género, nível de literacia, característica do agregado familiar, entre outros aspetos.

### **1.3 Abordagem metodológica e estrutura da dissertação**

De modo a estudar a mobilidade dos utilizadores com a trotineta, foram definidos objetivos e, como já mencionado, foi realizado um inquérito aos utilizadores das trotinetas partilhadas, dado que não existiam dados relativos aos utilizadores deste modo como também à própria utilização da trotineta, sendo que é a partir dos dados resultados deste inquérito que foi possível concretizar os objetivos definidos.

O primeiro objetivo é então a definição dos tipos de utilizadores da trotineta. Para tal foi realizada uma análise de *clusters*, utilizando o programa *SPSS Statística*. O segundo objetivo passa por compreender os padrões de utilização da trotineta, como as origens, destinos, percursos utilizados, se a trotineta pode ser utilizada como modo multimodas e os padrões de estacionamento. Neste caso foi utilizado o programa QGIS, que permite ter uma representação visual e espacial destes padrões. Por último, foi realizada uma análise ao comportamento dos utentes, através de modelos de escolha discreta. Estes modelos foram realizados utilizando o pacote BIOGEME. Na figura que se segue apresenta-se um esquema representativo destes objetivos e a metodologia utilizada em cada caso.

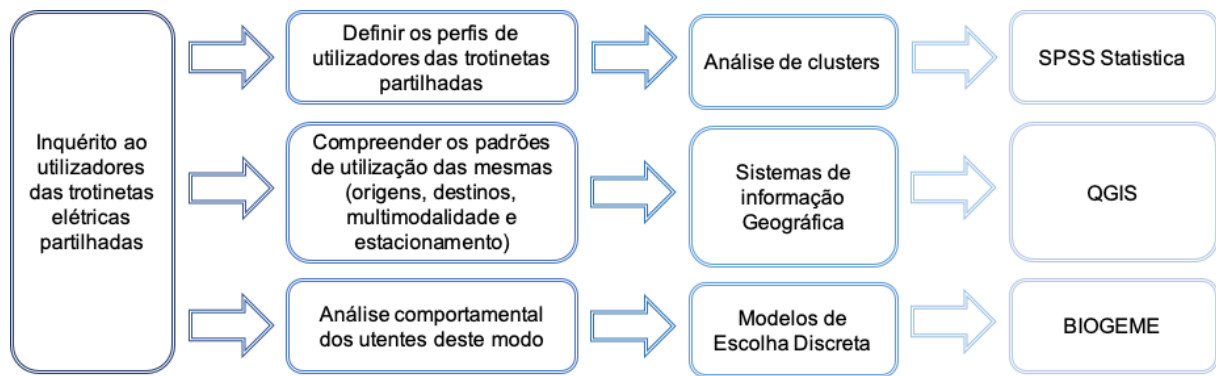


Figura 1.2 – Representação esquemática da metodologia utilizada

Relativamente à estrutura da dissertação, esta encontra-se dividida em 5 capítulos, incluindo o atual capítulo de introdução ao tema em estudo.

O capítulo 2 trata a revisão de literatura. Neste capítulo debatem-se vários assuntos relacionados com os modos partilhados. Primeiramente definem-se novos conceitos, nomeadamente a economia de partilha e mobilidade urbana, como é que estes dois conceitos foram evoluindo ao longo do tempo, e como é que a introdução destas novas ideias afetou as diferentes gerações. Aborda-se também um pouco sobre a equidade entre os grupos sociais no que toca a mobilidade. Seguidamente, explica-se a interação dos modos partilhados com a população e como é que estes podem ajudar a satisfazer a procura. Aborda-se também assuntos como a intermodalidade e a utilização dos modos partilhados para curtas distâncias como o primeiro ou último quilómetros. Por último, este capítulo trata ainda os tipos de modelos de partilha existentes na mobilidade partilhada, como os modelos de serviço, os modelos de financiamento, a diferenciação entre os tipos de utilizações nos sistemas de partilha, como também os tipos de mobilidade - suave e ativa. São também tratados assuntos como quais os indicadores mais importantes na caracterização dos sistemas de mobilidade partilhada ativa e suave.

No capítulo 3 aborda-se a metodologia que será aplicada ao caso do estudo – a cidade de Lisboa – no que toca a aquisição de dados relativos à utilização de trotinetas elétricas partilhadas. A obtenção destes dados será feita através de um inquérito *online*, que será realizado, essencialmente, pelos utilizadores de trotinetas elétricas partilhadas de Lisboa. O método de obtenção de dados será explicado no capítulo em questão. É ainda descrita sucintamente as formas de análise que serão aplicadas nesta dissertação, para o tratamento dos dados recebidos. Os três métodos de análise serão baseados numa análise de *clusters* utilizando o programa SPSS, sistemas de informação geográfica utilizando o QGIS, e em modelos de escolha discreta utilizando o BIOGEME.

Os resultados das análises de dados acima mencionadas serão descritos no capítulo 4. Neste capítulo é apresentado, primeiramente as estatísticas descritivas da informação obtida pelo questionário realizado aos utentes das trotinetas partilhadas. De seguida, é discutido o resultado da análise de *clusters* feita, tendo por base as respostas dos utilizadores, e que tipo de utilizadores de trotinetas partilhadas se podem observar na população de Lisboa. Seguidamente são descritos os resultados

originados pelo estudo em sistemas de informação geográfica. Com este estudo pretende-se determinar os padrões territoriais de utilização, os padrões de utilização multimodal, e os padrões de estacionamento de trotinetas em Lisboa. Esta análise será baseada, maioritariamente, nas origens e destinos dados pelos respondentes.

No capítulo 5 será apresentado os resultados obtidos pela análise de modelos de escolha discreta. Neste capítulo serão discutidos os modelos que melhor representam a população de utilizadores de trotinetas, no que toca os motivos de utilização da trotineta, e também no que toca o modo de transporte que foi substituído pela trotineta. Definidos estes dois modelos, será calculada a probabilidade de cada indivíduo escolher uma alternativa de cada modelo, tendo em conta os fatores que caracterizam cada modelo. Neste capítulo são também discutidas as implicações destes resultados nas políticas de regulamentação de atividade das trotinetas elétricas em Lisboa, considerando os fatores que influenciam as escolhas de cada alternativa.

O capítulo 6 aborda as principais conclusões desta dissertação relativas às diferentes análises que compõem esta dissertação, desde os principais resultados da análise de *clusters*, aos padrões territoriais e de utilização dos utentes, à modelação comportamental dos mesmos. Nestas três análises será debatido o aproveitamento da trotineta, e se esta cumpre os objetivos nela integrados. São ainda discutidas as possíveis soluções ou melhorias que se podem ter em conta, de modo a promover uma melhor utilização das trotinetas partilhadas na cidade.

## 2 ESTADO DE ARTE

### 2.1 Economia de partilha e mobilidade partilhada

Comparando a mobilidade urbana nos dias de hoje com a que sucedia há cerca de 25 anos atrás, muito mudou. A rotina lisboeta sofreu algumas alterações no que toca às suas deslocações regulares. Com o passar dos anos, os transportes públicos existentes na cidade de Lisboa deixaram de ser apenas o metro, o autocarro, o comboio, o táxi ou mesmo o elétrico. Foram inseridos outros tipos de transportes partilhados, tais como sistemas de bicicletas partilhadas (como a GIRA), sistemas de *carsharing* (como a EMOV), sistemas de *ridesourcing* (mais conhecida a Uber), sistemas de *scooters* partilhadas (como a *Ecooltra*) ou mesmo sistemas de trotinetas elétricas partilhadas (como por exemplo, a LIME). Estes novos modos de transporte inserem-se numa categoria denominada mobilidade partilhada, definida como “*uma estratégia de transporte inovadora que possibilita aos utilizadores o acesso de curto prazo a modos de transporte conforme as suas necessidades*” (Shaheen, Cohen e Zohdy, 2016).

Com o passar dos anos, a tecnologia foi evoluindo, começando a desencadear novos meios de comunicação, de partilha de informação, de compra de bens, entre muitos outros. Consequentemente, nos finais dos anos 90, um novo conceito surgiu: a economia de partilha. A economia de partilha é “*um fenómeno em desenvolvimento baseado em aluguer e empréstimo de bens e serviços, em vez de os adquirir*” (Shaheen, Cohen and Zohdy, 2016). Este novo conceito foi-se desenvolvendo, principalmente, através da internet, gerando novos conceitos, tais como, a mobilidade partilhada.

Inúmeros exemplos de mobilidade partilhada em vários pontos do mundo antecederam o surgimento da internet: *carsharing* na Suíça e Alemanha nos anos 80; *ridesharing* na América do Norte durante a segunda guerra mundial, que serviu para diminuir a utilização de combustível e borracha dos veículos utilizados na altura, e ainda para diminuir tráfego e melhoria da qualidade do ar; ou as bicicletas partilhadas na Holanda desde 1965 (Shaheen, 2016). Contudo, a internet e a digitalização tiveram um grande papel na melhoria de modelos de partilha e tornaram estas atividades mais fáceis de coordenar, sobretudo na relação mais direta e ubíqua com o utilizador final. Um dos maiores exemplos deste desenvolvimento é a evolução do uso de bicicletas partilhadas. Em 2015, já existiam cerca de 1.258.500 bicicletas em 980 cidades de todo o mundo (Shaheen, 2016).

No caso de Portugal, a cidade de Lisboa tem investido no desenvolvimento de vários tipos de transportes partilhados (*carsharing*, bicicletas partilhadas, *scooters* partilhadas e trotinetas partilhadas), de modo a incentivar a população a substituir o veículo privado por este tipo de transportes (Câmara Municipal de Lisboa, 2018; *Complementar soluções de mobilidade para eliminar o automóvel privado*, 2019).

Segundo Puschmann e Alt (2016), a evolução tecnológica teve muita influência no crescimento da economia de partilha. Facilitou a mudança no comportamento do consumidor que, em vez de comprar ou adquirir bens, começou a preferir poder possuir esses mesmos bens temporariamente, por razões de conveniência, custos mais baixos ou pela sustentabilidade ecológica. Além disso, começaram a

surgir dispositivos móveis e serviços eletrônicos que tornaram cada vez mais fácil aceder aos serviços, através de aplicações nos próprios dispositivos (*smartphones* e *tablets*). Por outro lado, a economia de partilha cria benefícios aos consumidores, pois fornece-lhes maior comodidade em termos de aquisição de certos bens.

Desta forma, à medida que a economia de partilha evoluía e se ia desenvolvendo, a mobilidade partilhada, conseqüentemente, beneficiava do mesmo fim. Através das novas formas tecnológicas e da internet, foi mais fácil desenvolver novos modos de mobilidade partilhada, e tornou-se mais simples criar as suas plataformas de acesso.

A existência e o uso destes modos de transporte partilhados trazem muitas vantagens potenciais à mobilidade urbana, tais como a melhoria da eficiência de transporte através da redução do número de veículos (privados) necessários para que a procura total seja satisfeita. Como resultado, os veículos estão muito menos tempo inativos em parques de estacionamento e são utilizados mais vezes, por outros utilizadores. Além disso, vários benefícios energéticos são alcançados quando veículos elétricos ou de mobilidade ativa (tais como as bicicletas ou as trotinetas elétricas ou convencionais) são incluídos na frota dos veículos partilhados (Barth and Shaheen, 2007). Outras vantagens na utilização deste tipo de transportes é a redução de congestionamento, mitigação de várias formas de transporte, ou mesmo a utilização destes para soluções de “primeiro/último quilómetro” na ligação com os restantes modos de transportes (nomeadamente, nos transportes públicos).

No que toca às necessidades de transporte e acessibilidade, é possível observar que muitas pessoas já optam por transportes públicos nas suas deslocações diárias. Os utilizadores destes modos pertencem a uma grande variedade de gerações, onde se salientam as “camadas jovens”, mais especificamente, os *Millenials*. Os *Millenials* – pessoas que nasceram nas duas últimas décadas do século 20 – distinguem-se das restantes gerações por exibirem comportamentos de mobilidade diferentes das anteriores no que respeita aos fatores que determinam essa mobilidade, tais como o local de trabalho ou estudo, o local de residência, a posse de cartão de condução, a posse ou disponibilidade de veículo privado, o nível de educação, os rendimentos, as atitudes e os valores, e a adaptação às novas tecnologias (Polzin, Chu and Godfrey, 2014).

McDonald (2015) denota duas teorias que poderão explicar o decréscimo observado na automobilidade dos jovens adultos. A primeira teoria enfatiza as atitudes. O decréscimo na condução de veículos privados corrobora com a ideia de que os *millenials* preferem viver em zonas urbanas, servidas por várias redes de transportes. A segunda teoria foca-se em fatores demográficos e económicos. Os *millenials* têm modos de vida diferentes das gerações passadas, evidenciado pela baixa taxa de empregabilidade, casamento e paternidade. Estas teorias podem ser observadas em vários países, tais como os Estados Unidos da América, Grã-Bretanha, Canadá, Alemanha, Noruega, Japão, Suécia e Coreia do Sul.

Ao contrário dos *millenials*, as gerações passadas preferiram viver fora dos centros urbanos e, conseqüentemente, preferiram ter como transporte principal o automóvel privado (Lewis *et al.*, 2014). Esta propensão evoluiu e fez com que, durante vários anos, o carro fosse o modo de transporte mais



utilizado. Neste sentido, a utilização do carro tornou-se comum e, com o passar dos anos, ocupou as cidades, aumentando o tráfego dentro e no acesso às mesmas. De modo a contrapor esta situação, as pessoas começaram a mudar os seus modos de vida, tornando-se mais ativas e mais suscetíveis às ideias incentivadas pelos *millenials*. De certa forma, os *millenials* estão a moldar a mudança demográfica dos países que, por sua vez, afeta diretamente as tendências futuras de comportamento das viagens e, conseqüentemente, no consumo de energia e no meio ambiente (Polzin, Chu and Godfrey, 2014).

Embora os *millenials* sejam aqueles que demonstram uma maior tendência no uso de mobilidade partilhada, não são os únicos a participar no desenvolvimento da mesma. Atualmente, e como já mencionado, várias pessoas, de várias idades e etnicidades, utilizam os transportes públicos. Cada vez mais pessoas trocam o veículo privado pelo transporte público. E porquê? Qual ou quais as razões que os fariam trocar o conforto do automóvel pelo transporte público? A resposta a estas questões reside na correlação entre os fatores acima mencionados: local de trabalho, local de residência, posse de carta de condução, disponibilidade de uso do veículo privado, rendimentos, entre outros.

O tráfego dentro da cidade ainda é bastante congestionado devido à utilização excessiva de veículos privados. Muitos residentes preferem ir de transportes públicos para o seu local de trabalho, em vez de ir de automóvel, e isto deve-se ao maior desenvolvimento dos sistemas de transportes dentro da cidade. Da mesma forma, muitas pessoas que não vivem dentro da cidade, mas que trabalham ou estudam dentro da mesma, também preferem utilizar os transportes públicos, devido ao congestionamento de automóveis a entrar na cidade, ou à falta de estacionamento gratuito próximo do seu local de trabalho ou estudo. No entanto, pessoas que realizem as suas viagens diárias fora da cidade preferem ir de veículo privado para os seus destinos devido ao pouco desenvolvimento dos sistemas de transportes nas suas origens e/ou destinos (Rodríguez, Comtois and Slack, 2017b). Por exemplo, os habitantes de localidades periféricas, como Uddevalla, na Suécia, utilizam frequentemente o transporte privado, contrariamente ao que se sucede em Estocolmo, onde a rede de metro e de autocarro são extensas, preferindo os habitantes desta cidade utilizar os transportes públicos (Levin, 2019).

Há que ter conta que a opção de utilizar os transportes partilhados acontece maioritariamente nas áreas urbanas de maior dimensão. Nas zonas mais rurais como aldeias e vilas ou mesmo nas ilhas, em que a população se encontra mais dispersa, o transporte privado continua a ser o mais escolhido, visto que os sistemas de transportes públicos não conseguem garantir a sustentabilidade de um serviço de frequência e regularidade mais elevados. Um exemplo é o caso de estudo de uma pequena cidade na ilha sul da Nova Zelândia, com uma geografia bastante acidentada, que utiliza preferencialmente o veículo privado na sua rotina diária, em que os sistemas de transporte públicos são limitados apesar das várias propostas de melhorias, sem sucesso, nos últimos 60 anos (Hopkins, Bengoechea and Mandic, 2019).

Assim, é possível constatar que, entre os vários fatores determinantes, o desenvolvimento das redes de transportes públicos afeta a forma como as pessoas decidem realizar as suas deslocações

regulares, na ligação entre a sua residência e o local de trabalho ou estudo (Rodrigue, Comtois and Slack, 2017b).

Com a evolução da tecnologia, hoje em dia toda a gente tem telemóvel que permite fazer mais do que receber e efetuar chamadas ou enviar e receber mensagens. Os telemóveis tornaram-se um dos bens mais utilizados pelas populações, impactando de forma expressiva o seu quotidiano, nomeadamente na respetiva organização. Em Portugal, em 2017, cerca de 19.420.188 telemóveis eram utilizados pela população (PORDATA, 2018). Por forma a acompanhar os avanços tecnológicos no quotidiano das pessoas, os sistemas de transportes públicos também desenvolveram soluções para que seja mais fácil comunicar com os seus utilizadores. Em particular, nos modelos de economia de partilha, foram desenvolvidos sites e aplicações para que os utilizadores possam sempre ter acesso às informações que necessitam sobre qualquer tipo de transporte.

Segundo Rodrigue, Comtois e Slack (2017a), esta digitalização dos transportes envolve três pontos principais. O primeiro ponto refere-se ao uso pessoal através das tecnologias de informação e comunicação (ICT). Estas tecnologias permitem que os indivíduos interajam por meios adicionais (como o e-mail e mensagens), mas também por meio de outro tipo de aplicações como sistemas de posicionamento global. Estes sistemas permitem que as pessoas giram melhor sua mobilidade, organizando as suas viagens considerando alterações em tempo real, como congestionamentos ou alterações nas preferências de tempo e custo. O segundo ponto relaciona-se com a interação entre o cliente e o negócio (*consumer to business – C2B*). Neste ponto, as ICT permitem que os consumidores interajam de maneira mais direta e eficaz com os serviços de transporte que utilizam, tal como a compra de bilhetes de viagem ou outros serviços de transporte, que pode ser feito *online*, por meio de sistemas de reservas para qualquer tipo de transporte. O terceiro ponto é relativo à interação entre negócios (*business to business – B2B*). As ICT permitem que as empresas realizem transações com mais eficiência, o que indiretamente resulta em mudanças nas suas operações de transporte.

Assim, pode-se dizer que as tecnologias de informação e comunicação (ICT) são “*ferramentas que servem para conectar os cidadãos às cidades e facilitar essa relação, incluindo a melhoria da vida urbana e a inovação das cidades*” (Oliveira *et al.*, 2018).

Através destas ferramentas é possível, então, gerir de forma mais rápida e eficiente uma utilização dos transportes públicos, utilizando aplicações para os *smartphones*, ou outro tipo de dispositivos, como já mencionado. Já vários modos de transporte utilizam este tipo de método, particularmente sistemas de transportes partilhados, como as bicicletas partilhadas ou as trotinetas partilhadas. Ao invés de existir uma plataforma física onde o utilizador compra um bilhete de viagem, como nos autocarros ou comboios, utilizam apenas uma *app* que faz a ligação entre o dispositivo do utilizador e o veículo, permitindo a este o seu uso. Desta forma o utilizador evita certas complicações, como filas ou a procura de um posto de venda próprio.

Ao integrar este tipo de serviços de transporte com plataformas de ICT, emerge um novo paradigma, denominada “*mobilidade como um serviço*” (*mobility as a service – MaaS*). Mobilidade como um serviço

é definida como “a integração de várias formas de serviço de transporte num único serviço de mobilidade acessível dentro da procura desse serviço” (MaaS Alliance, 2017).

Este tipo de mobilidade apresenta um enorme potencial, especialmente dado que é através das novas tecnologias que estes serviços se desenvolvem, proporcionando mais opções de mobilidade entre as origens e destinos, cada vez mais diversificados das agendas pessoais; de forma fácil; e sem necessidade de conhecimento prévio dos serviços de transportes do local onde os utilizadores se encontram. Porém, as gerações mais antigas podem não conseguir adaptar-se às novas tecnologias como as gerações mais novas. Atualmente, quase toda a gente consegue facilmente aceder aos serviços de mobilidade *online*, utilizando os transportes públicos e os transportes partilhados através dos seus telemóveis. Em contrapartida, os “nossos avós” podem não ter esta facilidade, uma vez que estas tecnologias não são “do seu tempo”.

As gerações passadas cresceram na época em que se enviava cartas pelo correio como maneira de comunicação e que os telefones eram uma novidade. Com o passar dos anos, os telefones tornaram-se uma tecnologia passada, e a troca de cartas foi substituída pela constante utilização dos telemóveis. Com o passar dos anos as gerações passadas foram, de certa forma, obrigadas a utilizar os telemóveis, como forma de comunicação entre as pessoas. No entanto, estas pessoas não estão habituadas a utilizar os seus dispositivos móveis para, por exemplo, ir à internet procurar informações sobre os transportes públicos. As pessoas mais velhas preferem ir aos postos de informação dos transportes pedir informações, enquanto que os mais jovens procuram a mesma informação, mas *online* (Levin, 2019).

Em termos de mobilidade, vários aspetos diferenciam as gerações passadas das atuais. Relativamente aos transportes públicos, as pessoas mais velhas preferem, por exemplo, que os seus destinos sejam pontos específicos, como centros comerciais, contrariamente aos mais jovens que preferem rotas suburbanas e paragens compatíveis com outros modos de transporte. Além disso, vários fatores como a grande distância entre a paragem ou estação do transporte público e o ponto de interesse em que se encontram, são denotados como restrições ao uso de certos transportes público (Levin, 2019). Complementarmente, a entrada das ICT e o uso principal dos dispositivos móveis para a utilização de transportes aumentam a barreira existente entre as pessoas de idade mais avançada e os transportes públicos, em particular, os transportes partilhados.

Lucas, van Wee e Maat (2016) mencionam esta a ausência de equidade nos transportes, especialmente nos variados grupos sociais. Vários fatores, como a idade, etnicidade ou condições financeiras, são os que definem os vários grupos de pessoas que têm diferentes restrições quando se aborda o assunto de transportes e acessibilidade. Estes autores referem ainda duas teorias que servirão para avaliar a equidade e a acessibilidade nas políticas decisivas dos transportes. A primeira teoria (*Egalitarian*) assinala que a acessibilidade aos serviços básicos (como espaços comerciais, locais de trabalho, escolas e hospitais) deveria ser o principal foco quando se avaliam as políticas de transporte, ao invés da redução do tempo de viagem. Em suma, esta teoria tem como objetivo a equidade na acessibilidade. A segunda teoria (*Sufficientarianism*) menciona que deveriam ser

implementados limites mínimos nos níveis de acessibilidade nos destinos principais. Pessoas que detenham níveis de acessibilidade abaixo destes limites mínimos são consideradas socialmente excluídas. Desta forma, é afirmado que, para que se possam avaliar os impactos socialmente relevantes na acessibilidade das diferentes políticas de transporte, uma abordagem híbrida das duas teorias acima mencionadas é necessária.

Contudo, pode especular-se que, por um lado, o idoso da próxima geração será cada vez mais incluído, nesta perspectiva tecnológica, e, por outro, que a acessibilidade aos serviços proporcionados através de telemóveis também irá evoluir (por exemplo, por interação com o telemóvel através da voz).

De uma forma geral, é necessário garantir um certo nível de equidade nos transportes, para que toda a população possa usufruir dos sistemas de transporte sem grandes constrangimentos. Por fim, é importante referir que, nos dias de hoje, a mobilidade partilhada está a ter um enorme impacto em muitas cidades do mundo, melhorando a acessibilidade aos transportes e, ao mesmo tempo, reduzindo a propriedade de veículos privados (Shaheen, Cohen and Zohdy, 2016).

## **2.2 Importância dos modos partilhados em deslocações de curtas distâncias**

Os modos partilhados foram desenvolvidos para atender às necessidades das pessoas, possibilitando um uso temporário dos mesmos. Dentro desta categoria têm-se as bicicletas partilhadas, trotinetas partilhadas, sistemas de *carsharing*, sistemas de *ridesourcing*, entre outros. Qualquer um destes modos permite ao utilizador o uso provisório do veículo, permitindo que este realize qualquer tipo de viagem, embora o uso das trotinetas e bicicletas seja mais focado em distâncias mais curtas – micromobilidade.

Os modos partilhados são modos intermediários entre o veículo privado e o transporte público (Machado *et al.*, 2018), ou seja, oferecem os três atributos principais que o veículo privado possui – flexibilidade, conforto e disponibilidade – e são transportes públicos, por isso, qualquer pessoa pode aceder ao mesmo.

Sendo que os objetivos da mobilidade partilhada incluem redução de consumo de combustíveis fósseis, redução de emissões de gases com efeito estufa, redução de posse de veículos privados, aumento do uso de modos de transporte alternativos (andar de bicicleta ou caminhar), entre outros, os modos de transporte partilhados podem também aumentar a multimodalidade e proporcionar novas maneiras de aceder a bens e serviços (Shaheen and Cohen, 2017; Machado *et al.*, 2018). Neste contexto, este tipo de mobilidade poderá também ajudar a procura latente a ser satisfeita.

A procura latente são as atividades e viagens que se pretendem fazer, mas não se realizam devido a certas restrições (Clifton and Moura, 2017). De modo a compreender como é que os modos partilhados podem ajudar a satisfazer esta procura, é preciso entender de que forma esta se relaciona com os transportes.

Assim, Clifton e Moura (2017) analisaram a relação entre a consciência que um indivíduo tem (ou não) da atividade que pretende, ou poderia, realizar (ou seja, o grau em que o decisor está ciente de uma potencial atividade ou opção de viagem), e a possibilidade do sistema de transporte oferecer o acesso a essa atividade (ou seja, o grau em que essas opções podem ser oferecidas pelo atual sistema de transportes). Esta análise é feita através da utilização de dois eixos (x e y), em que o *eixo das abcissas*, x, representa a capacidade potencial do sistema de transporte oferecer acesso a atividades, em função do *eixo das ordenadas*, y, que representa o grau de consciência do desejo de realizar uma atividade.

Existem quatro opções possíveis de associação entre o grau de consciência do indivíduo e as capacidades do sistema de transportes:

- No primeiro quadrante (I), o indivíduo tem consciência da atividade, mas o sistema de transportes não serve para realizar essa atividade;
- No segundo quadrante (II), o indivíduo tem consciência da atividade, e o sistema de transportes serve para tal. A não realização da atividade deve-se a outro tipo de restrições (por exemplo, não posso ir para o trabalho pois o meu filho ficou doente);
- No terceiro quadrante (III), o indivíduo ainda não tomou consciência da atividade, embora o sistema de transporte sirva para tal;
- No quarto quadrante (IV), o indivíduo ainda não tomou consciência da atividade, e o sistema de transportes também não serviria para tal atividade.

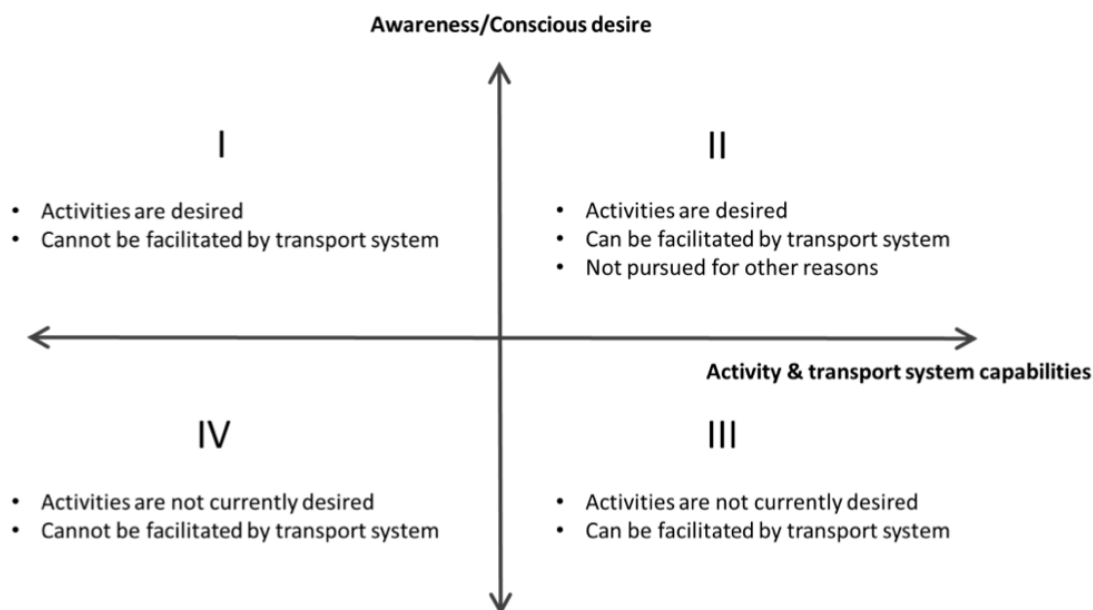


Figura 2.1 – Estrutura da relação entre a consciencialização de um indivíduo e as capacidade do sistema de transporte (Clifton and Moura, 2017)

Os quadrantes I e II são aqueles em que se observa que a procura latente existe, especialmente no primeiro quadrante, em que o indivíduo quer realizar uma atividade, mas o sistema de transportes não consegue facilitar esse acontecimento. É nestes dois quadrantes que a introdução dos modos partilhados poderá trazer novas soluções de mobilidade de forma mais evidente.

Sabendo que existe procura, os modos de transporte partilhados poderão ajudar a satisfazer a procura, caso o sistema de transportes não esteja capaz de tal (quadrante I), ou mesmo ajudar a complementar o sistema de transportes, caso este esteja desenvolvido para tal (quadrante II). Os modos partilhados, graças a sua versatilidade, podem ajudar a contornar certas restrições, como por exemplo, a não realização de certas viagens devido aos congestionamentos nas estradas (no caso de autocarro ou carro), ou de horários não compatíveis (no caso de transportes públicos), ou porque a distância a essa atividade é demasiado longa para ir a pé.

Deste modo, os modos partilhados podem ser utilizados consoante a sua vocação modal em função da distância e do nível de conforto/segurança que a infraestrutura de transportes oferece. Assim sendo, os automóveis, no caso de *carsharing* e *ridesourcing* são utilizados para distância moderadamente longas, enquanto que as trotinetas partilhadas, bicicletas partilhadas e *mopeds* ou *scooters* são utilizadas para distâncias mais curtas, como viagens dentro da cidade.

Como já mencionado, os modos partilhados podem também ser eficazes nas ligações entre transportes, ou seja, podem ser considerados como um modo intermodal.

A intermodalidade de passageiros pode-se definir como um “*um princípio de política e planeamento que visa proporcionar a um passageiro o uso de diferentes modos de transporte numa cadeia de viagens combinadas como um percurso contínuo*” (Müller *et al.*, 2004). Esta é utilizada sobretudo para longas distâncias, especialmente na entrada e saída das cidades, mas é também bastante utilizada dentro das cidades, quando contabilizamos “andar a pé” um modo de transporte (Olszewski, 2007; European Commission, 2015).

A intermodalidade apresenta algumas barreiras na sua implementação que precisam de ser ultrapassadas, a fim de aumentar a sua utilização por parte da população. Tais barreiras podem ser as ligações das infraestruturas de transporte, que promovem um acesso direto entre os diferentes tipos de transporte; os sistemas de informação integrada dos transportes, que permitirá que os utilizadores obtenham as informações dos vários modos de transporte num só ponto, em vez de procurarem nos pontos específicos de cada modo separadamente; bilhetes e tarifas integradas, que permitem ao utilizador apenas a compra de um tipo de bilhete que pode ser utilizado em vários tipos de transporte público (no caso de Portugal são os passes navegante e metropolitano); transporte de bagagem, que no caso das pessoas mais idosas e de pessoas acompanhando crianças é uma barreira significativa; e a pouca promoção à intermodalidade (Müller *et al.*, 2004). De modo a ultrapassar estas barreiras é preciso ter em conta que aspetos é que influenciam estas restrições.

A qualidade de ligação dos transportes é um dos aspetos fundamentais quando se aborda o tema de intermodalidade. Esta qualidade depende de vários indicadores, como o tempo de espera entre transportes, o esforço que um indivíduo tem que fazer para ir de um transporte para outro (ou seja, as distâncias horizontal e vertical entre os serviços), o conforto dos utilizadores (por exemplo, o congestionamento humano entre os serviços de ligação), a compatibilidade de horários entre os serviços, entre outros (Allard and Moura, 2018). Estes indicadores estão diretamente relacionados com

as barreiras acima mencionadas. Desta forma, ao estudar como é que estes fatores afetam a população nas suas escolhas na intermodalidade, é possível compreender como ultrapassar estes problemas.

Allard e Moura (2018) avaliaram a relação entre estes vários indicadores na intermodalidade dos passageiros fora das cidades, concluindo que a utilização de vários modos de transporte numa viagem depende da perceção da população face aos indicadores acima mencionados.

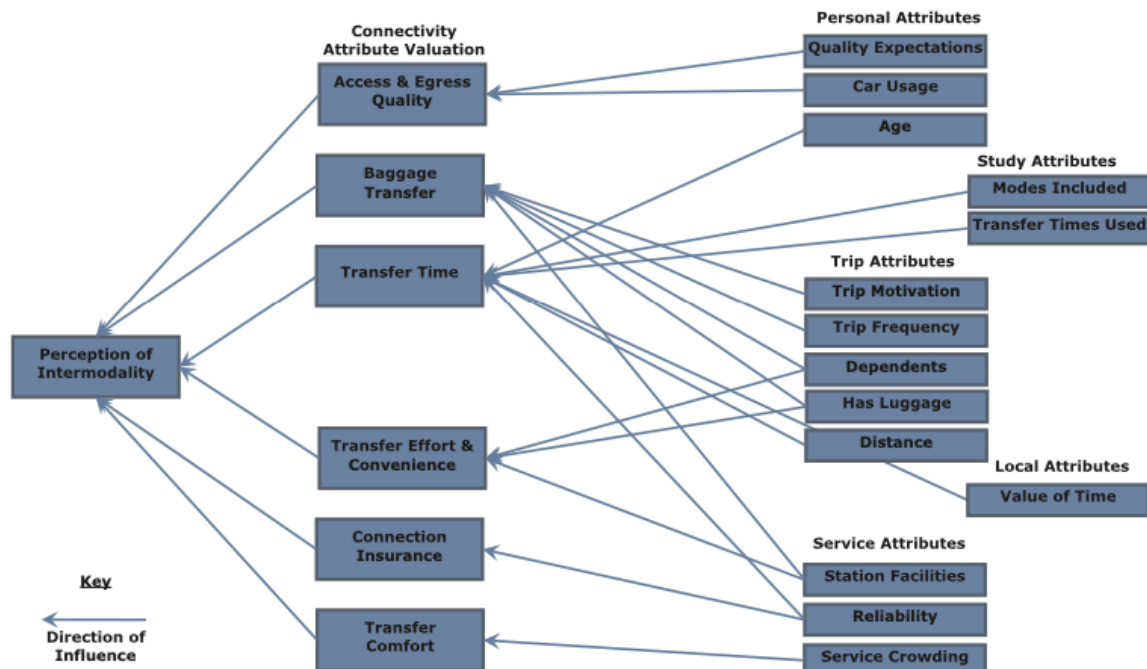


Figura 2.2 – Estrutura das relações entre a intermodalidade e os vários atributos de conectividade (Allard and Moura, 2018)

Em relação aos atributos de ligação entre os serviços, os autores mencionam como é que os vários atributos influenciam a perceção da intermodalidade. No caso do tempo de espera entre os transportes de ligação (*transfer time*), é observável que o tempo inutilizado poderá aumentar consoante a distância da viagem.

No caso do esforço que o utilizador tem que realizar (*effort*), é constatado que a existência de uma grande distância entre serviços ou a existência de muitos lanços de escadas, sem a presença de um elevador, afeta a escolha do utilizador na conexão de transportes. No entanto, este indicador influencia mais as viagens urbanas do que as interurbanas.

Relativamente ao conforto (*comfort*), este fator é compreendido como a facilidade da utilização do transporte público, e é frequentemente afetado pelas características da viagem, ou seja, a existência ou não de bagagem, o acompanhamento de crianças ou o congestionamento humano na ligação entre os transportes e no próprio transporte.

Os tempos de acesso e saída dos transportes (*access and egress quality*) é um fator importante, especialmente quando se trata de zonas fora das cidades. Muitas pessoas preferem não utilizar certos transportes públicos devido a localização das suas estações, face a localização da sua residência ou local de trabalho.

Desta forma, é possível pensar que a introdução de sistemas de modos partilhados na intermodalidade pode ser um aspecto positivo, ajudando a devolver este conceito, podendo proporcionar um melhor acesso aos serviços, especialmente no caso de distâncias demasiado longas para caminhar, e demasiado curtas para usar o veículo privado, ou outro tipo de transporte.

No mesmo contexto, os modos partilhados foram também concebidos como uma solução de “primeiro e último quilómetro”. Sistemas como bicicletas partilhadas, *scooters* partilhadas e *carsharing*, em especial *one-way carsharing*, são utilizados principalmente para distâncias curtas, potencializando as conexões de primeiro e último quilómetro de forma efetiva e eficiente (Shaheen and Chan, 2016).

Nas zonas urbanas fora das cidades, os transportes públicos são menos frequentes e realizam percursos mais longos, para que consigam abranger uma área maior. Assim, de modo a aceder aos transportes que realizam viagens para dentro da cidade, é necessário recorrer a outro modo de transporte, seja a pé, para os que habitam próximo das estações de transporte interurbanas, seja de outro transporte público, seja de veículo privado. Estas viagens iniciais (ou finais, quando se trata da viagem de volta), que podem ser bastante curtas, tratam-se de viagens de “primeiro e último quilómetro”.

Hoehne e Chester (2017) abordam a utilização do veículo privado como solução de “primeiro e último quilómetro” no acesso aos transportes interurbanos. Mencionam que o uso deste modo na intermodalidade tem menores impactos ambientais que a utilização de apenas o veículo privado para a viagem completa. Através de uma investigação em Los Angeles, os autores referem que a maioria das viagens realizadas deste tipo são constituídas por distâncias iguais ou inferiores a 3 milhas (aproximadamente 4,8km), significando que a utilização do veículo privado, neste tipo de distâncias, pode ser substituída por outro tipo de modo, como os modos suaves (bicicleta ou trotineta). Salientam ainda que ao substituir 50% da utilização do veículo privado neste tipo de viagens (cerca de 5700 viagens por dia) pela bicicleta, haveria uma redução de cerca 560 toneladas de CO<sub>2</sub> por ano.

Considerando a origem (primeiro quilómetro) fora da cidade, a utilização dos modos partilhados nesta fase da viagem pode ser mais difícil, no entanto, poderá ser compensada pelo *Park&Ride*. O *Park&Ride* são locais onde os passageiros mudam do veículo privado (ou outro veículo que tenham utilizado para chegar a estação) para o transporte público (Krasic and Lanovic, 2013).

Desta forma, tanto fora como dentro da cidade, ao saírem dos transportes públicos, os utilizadores têm um rápido acesso aos modos partilhados que os poderão levar a qualquer destino. Complementarmente, dentro da cidade subsistirão mais parques deste tipo, além de também mais oferta por parte dos modos partilhados.

Segundo Rodrigue e Notteboom (2017), os custos gerados pelo primeiro e último quilómetro numa sequência de transportes são normalmente mais elevados, devido à dispersão de localização dos utilizadores na origem e ao congestionamento dos mesmos no destino. Neste sentido, a utilização dos modos partilhados poderá ser benéfica, podendo ajudar a reduzir estes custos, particularmente no caso do congestionamento no destino, em especial quando se trata da utilização de modos de micromobilidade, ou seja, não necessitam de rodovia para circular (trotinetas e bicicletas).



Em suma, a utilização dos modos partilhados pode ajudar no apoio às estratégias que incentivam o crescimento das cidades, bem como no desenvolvimento de novas opções de ligação aos transportes, como no “primeiro e último quilómetro”, oferecendo mais alternativas de mobilidade à população (Cohen and Shaheen, 2016).

## 2.3 Modelos de partilha de modos ativos e suaves

A mobilidade partilhada integra uma série de aspetos e características que definem e caracterizam os diversos sistemas de partilha. Um dos aspetos principais que ajuda a repartir os tipos de mobilidade partilhada são os modelos de serviço. Segundo Shaheen, Cohen e Zohdy (2016), existem cinco modelos de serviço: os sistemas de transporte em massa; modelos de *self service peer-to-peer (P2P)*; modelos de *self service* sem adesão a um serviço; modelos de contratação de serviços; e modelos de *self service* baseados na adesão a um serviço.

O primeiro modelo mencionado trata os sistemas de transportes públicos, como já são conhecidos. O segundo modelo (*self service P2P*) é relativo a serviços que permitem os proprietários de certo tipo de veículos (como automóvel e bicicleta) alugarem esses mesmos veículos a uma terceira parte. O terceiro modelo refere-se à utilização de serviços de transportes partilhados, sendo que não é necessária uma subscrição por parte do utilizador, como por exemplo serviços de aluguer de automóveis. O quarto modelo é referente a serviços de contratação de um condutor, como por exemplo serviços de limusines ou táxis.

O último modelo refere-se a serviços em que o utilizador precisa de estar subscrito para poder usufruir do mesmo, como serviços de bicicletas partilhadas, *car-sharing*, trotinetas partilhadas, entre outros. Os serviços que integram esta categoria incluem cinco características em comum: 1) os participantes pertencem a um grupo organizado (grupo de utilizadores membros de um certo serviço); 2) os serviços detêm um ou mais veículos na sua frota para partilha; 3) os veículos são do tipo *station-based* ou do tipo *free-floating*; 4) as utilizações são de curta duração; e 5) o veículo é acedido pelo próprio utilizador, ou seja, o próprio utilizador é que se tem de deslocar para aceder ao veículo de partilha.

Uma das características importantes deste tipo de modelo de partilha é o tipo de operação do transporte partilhado. Assim, Shaheen e Chan (2016) e Machado *et al.* (2018) distinguem duas categorias significativas enquadradas nas características deste modelo, acima mencionadas. A primeira categoria refere-se à utilização de uma estação própria, no que toca o local de recolha e largada do veículo (*station-based*), enquanto que a segunda categoria é referente a um estacionamento sem local obrigatório (*free-floating*).

A primeira categoria (*station-based*) divide-se, por sua vez, em dois tipos: *station-based round-trip* e *station-based one-way*. Os modelos de partilha do tipo *station-based round-trip* referem-se aos serviços onde o utente obtém um veículo localizado numa estação própria e, no fim da sua utilização, terá de voltar a colocar o veículo nessa mesma estação. Este tipo de modelo é principalmente utilizado em viagens em que o veículo estará parado por curtos espaços de tempo, visto que o aluguer do veículo

só será cessado quando o mesmo for entregue à estação de partida. Já nos modelos do tipo *station-based one-way*, o utilizador poderá estacionar o veículo numa qualquer estação designada a este tipo de veículos, não tendo de ser obrigatoriamente a estação onde recolheu o mesmo. Este modelo possibilita uma maior flexibilidade e adaptabilidade às necessidades dos seus utilizadores.



Figura 2.3 — Representação esquemática dos modelos de partilha do tipo *station-based* (*station-based round-trip* à esquerda e *station-based one-way* à direita). Adaptado de Machado *et al.* (2018).

A categoria *free-floating* aborda a utilização dos veículos partilhados sem quaisquer restrições quanto a um local de estacionamento próprio. Este modelo permite que os utilizadores recolham e abandonem o veículo em qualquer lugar, desde que este se encontre dentro da área designada para tal. O utente poderá conduzir o veículo para fora desta área, mas terá que o estacionar dentro da mesma.



Figura 2.4 - Representação esquemática do modelo de partilha *free-floating*. Adaptado de Machado *et al.* (2018).

Da mesma forma, os modelos de financiamento são também uma das características a ter em conta, quando se trata de sistemas de partilha. Estes tipos de modelos variam com o tipo de serviços, ou seja, os sistemas de bicicletas partilhadas têm modelos de financiamento diferentes dos sistemas de *carsharing*, e o mesmo sucede com os sistemas de *ridesharing*. No caso dos modelos de partilha dos modos suaves e ativos – bicicletas e trotinetas - Shaheen *et al.* (2014) menciona cinco tipos de modelos existentes no EUA. Os modelos baseiam-se no tipo de funcionamento dos sistemas e podem ser: sem

fins lucrativos; de posse e operação privadas; de posse e operação públicas; de posse pública e operação realizada por um operador privado; de posse e operação realizadas pelo fabricante do equipamento.

Complementarmente, Cohen e Kietzmann (2014) abordam este assunto, não só dentro da comunidade americana, mas também da europeia, embora refiram apenas 4 tipos de modelos. O primeiro modelo denomina-se “bicicletas partilhadas como mobiliário urbano”. Este modelo aborda a introdução pioneira, em 2005 em França (pela empresa JCDecaux) das bicicletas partilhadas e das *docking stations* como mobiliário urbano na cidade, na qual a operação e a propriedade pertencem à empresa em questão, que utiliza as bicicletas e as estações para publicitar a própria empresa. Em Portugal, JCDecaux propôs este tipo de modelo, em 2009 à Câmara Municipal de Lisboa (CML), que deveria ter tido início em 2011 (Filipe, 2011).

O segundo e terceiro modelos são referentes a modelos de posse pública. Estes modelos remetem a dois modelos acima mencionados (posse e operação públicas e posse pública e operação realizada por um operador privado), assinalando que o financiamento é feito pela cidade, embora a operação possa ser, ou não, efetuada por uma terceira parte privada. O terceiro modelo é, maioritariamente, baseado na utilização dos sistemas de bicicletas partilhadas como modo de publicidade a patrocinadores ou empresas. O último modelo está associado à partilha de bicicletas sem fins lucrativos, tal como o primeiro modelo mencionado por Shaheen *et al.* (2014). Este tipo de modelo refere-se a sistemas que são financiados através de taxas e pagamentos, realizados pelos utilizadores, mediante a adesão dos mesmos a estes sistemas, como também por meio de verbas concedidas pelas entidades responsáveis pela gestão da mobilidade das cidades.

Shaheen *et al.* (2014) assinala ainda quais os fatores que impactam a rentabilidade destes modelos. Deste modo, a rentabilidade depende da localização das estações, da retenção de membros, dos descontos, e das novas fontes de receitas. No caso da localização das estações, os autores realçam três pontos importantes a ter em conta: quais os locais que produzem um maior número de aderentes, quais os que produzem um maior número de viagens e quais os que produzem a maior receita. Já no caso da retenção de aderentes, esta é uma medida anual ou sazonal na qual os membros dos serviços renovam a sua subscrição. Os descontos baseiam-se nas promoções oferecidas pelos serviços, como a quantidade de adesões produzidas quando o preço da mesma estava mais baixo, enquanto que o último fator remete ao número de patrocinadores que o serviço recebe.

Note-se que os modelos apresentados são analisados pelos autores para o caso dos sistemas de bicicletas partilhadas. Dado que os sistemas de trotinetas partilhadas são recentes, e que as trotinetas partilhadas e as bicicletas partilhadas possuem diversas características em comum, assume-se que os modelos associados às trotinetas partilhadas não irão ser muito distintos dos modelos apresentados, contemplando, assim, modelos de mobilidade ativa e suave partilhada.

Neste sentido, quando se trata da adoção de novos sistemas (como os sistemas de trotinetas partilhadas), é preciso ter em conta os indicadores que permitirão alcançar um certo nível de

desempenho do sistema, de modo a que os objetivos propostos sejam atingidos. Estes indicadores designam-se *key performance indicators* (KPI's).

A Federação de Ciclistas Europeia (ECF) aponta a importância dos sistemas de partilha de bicicletas como uma componente essencial e inovadora de qualquer sistema de transportes multimodal. Steenberghen *et al.* (2017) realçam a relevância da melhoria das políticas de governação mediante a sua monitorização através dos KPI's. Desta forma, sugerem uma série de indicadores que poderão caracterizar o sistema, tais como a utilização da bicicleta; infraestrutura cicloviária, meio ambiente e qualidade de vida; desempenho dos negócios dos sistemas de bicicletas; segurança e saúde; contribuição do ciclismo para a mitigação das alterações climáticas e desenvolvimento sustentável; e a capacitação e governação.

Do conjunto de indicadores apresentados, o KPI mais importante é a utilização da bicicleta. Este indicador refere-se à concretização das metas de mobilidade definidas – aumento da utilização da bicicleta pelas populações – e os seus impactos. Os aspetos mais comuns deste indicador são a distância média realizada por pessoa, a frequência de utilização, a repartição modal, a percentagem da população que usa a bicicleta regularmente, e a repartição por géneros dos ciclistas.

No mesmo contexto, para que haja maior escolha da bicicleta como modo de transporte por parte da população, é preciso considerar os fatores que afetam a escolha do utilizador. Li e Kamargianni (2018) classificam esses fatores em três grupos. O primeiro grupo diz respeito às condições envolventes, tanto naturais como construídas, como é o caso do clima, da temperatura e da poluição do ar. Por norma, quando as condições climáticas são adversas e a temperatura é muito baixa, a população sente-se desencorajada a utilizar a bicicleta. A topografia também afeta a escolha do utilizador que, geralmente, evita passar por zonas muito acidentadas quando utiliza a bicicleta. A existência de ciclovia e o número de estações também poderá afetar a escolha por este modo.

O segundo grupo trata as características socioeconómicas, como a idade e o género dos utilizadores. Normalmente as “camadas mais jovens” são as mais envolvidas neste tipo de transporte. O nível de educação e a procura por uma vida mais saudável fazem também parte das características socioeconómicas.

O terceiro grupo é relativo aos atributos dos veículos e da viagem, ou seja, a utilização da bicicleta é mais associada ao lazer, embora já seja notável o seu uso para viagens de *commuting* (casa – trabalho). O tipo de veículo também afeta a escolha do utilizador, pois este pode optar por uma bicicleta elétrica (modo semi-ativo) ou bicicleta convencional (modo ativo). Tanto a bicicleta convencional como a bicicleta elétrica são utilizadas nos sistemas de bicicletas partilhadas, sendo que a única diferença entre estes veículos é a existência de um pequeno motor que permite as bicicletas elétricas de chegarem até 25 km/h.

Neste sentido, Castro *et al.* (2019) e Campbell *et al.* (2016) abordam as diferenças nos utilizadores destes dois tipos de bicicletas – convencional *versus* elétrica – na Europa e em Beijing, China. Os autores mencionam que, embora o número de utilizadores de ambos os tipos de bicicletas sejam semelhantes (no caso europeu), os utilizadores das bicicletas elétricas realizam viagens mais longas,

do que os utilizadores das bicicletas convencionais. Castro *et al.* (2019) refere ainda, que foram mais os utilizadores que substituíram a utilização do veículo privado pela bicicleta elétrica, do que aqueles que substituíram o automóvel pela bicicleta convencional.

Langford *et al.* (2017) menciona também que, embora a bicicleta convencional ofereça mais vantagens em termos de saúde, por exigir maior esforço físico, a bicicleta elétrica poderá também permitir que o ciclista obtenha alguma atividade física, especialmente nas subidas.

Noutro contexto, o tipo de operação das bicicletas (ou trotinetas) partilhadas poderá também afetar o comportamento do utilizador na escolha do modo de transporte. Como já mencionado, os sistemas de bicicletas partilhadas podem ser baseados em estações (*docks*) ou não (*dockless*). Embora ambos os tipos de sistemas possuam os mesmos objetivos – aumentar e promover o ciclismo, melhorar acessibilidade e apoiar a intermodalidade, reduzir as viagens individuais em automóvel privado, diminuir congestionamento, reduzir emissões de CO<sub>2</sub>, melhorar qualidade do ar, melhorar a saúde pública, aumentar níveis de atividade física, entre outros (Ricci, 2015; Shaheen, Cohen and Zohdy, 2016) – os sistemas constituem algumas diferenças no que toca à utilização, acessibilidade e distribuição das veículos. O facto de as bicicletas do tipo *station-based* terem, obrigatoriamente, estações é uma das maiores restrições que afeta a escolha do utilizador por este modo. A distância entre a estação e os locais-chave da população (como casa, trabalho) privilegiam as pessoas que vivem mais próximas das estações (Fishman, Washington and Haworth, 2013).

Deste modo, as bicicletas partilhadas do tipo *dockless* surgiram como resposta aos problemas que bicicletas do tipo *station-based* têm enfrentado, como a acessibilidade, a conveniência, o espaço disponível limitado e a necessidade de subsídios públicos, devido à utilização do espaço público, para a colocação das estações (Wilke e Lieswyn, 2018; Chen, Lierop e Ettema, 2020).

Chen, Lierop e Ettema (2020) referem ainda que a principal característica das bicicletas do tipo *dockless* é que dependem de uma aplicação no *smartphone*, do GPS embutido nas bicicletas e do acesso à internet para localizar e desbloquear as bicicletas, além de não necessitarem de numa estação própria. Estas vantagens oferecem ao utilizador uma maior flexibilidade na escolha dos percursos e uma maior facilidade na integração com os transportes públicos. Complementarmente, com este novo tipo de bicicleta partilhada, os utilizadores poderão largar a bicicleta mais próximo do seu destino, melhorando a eficiência na utilização destes veículos como modo de “primeiro e último quilómetro”. Por outro lado, os sistemas *dockless* geraram alguns impactos negativos devido à falta de regulação dos sistemas, desencadeando comportamentos irregulares no estacionamento, como a violação dos direitos de peões (ocupação dos passeios), bloqueio de ciclovias, entre outros. Adicionalmente, a redistribuição inadequada das bicicletas conduziu a uma grande quantidade de veículos abandonados e estragados, deixados nas ruas sem manutenção ou recolha adequada. Como a distribuição deste tipo de bicicletas dá-se numa escala geográfica maior, em vez de estações, o controlo e regulamentação nas regiões que possuem o sistema *dockless* é também mais difícil.

Por fim, é possível concluir que, qualquer que seja o tipo de sistema de partilha – elétrica ou convencional ou *dockless* ou *station-based* – a mobilidade partilhada proporciona incentivos que

motivam os utilizadores a usarem estes modos, sejam eles financeiros, dado que a mobilidade partilhada é menos dispendiosa do que a aquisição de veículos privados, por motivos de conveniência, visto que os sistemas de partilha têm como finalidade facilitar as rotinas diárias e oferecem maior flexibilidade na utilização de veículos, ou mesmo por motivos de sustentabilidade (Machado *et al.*, 2018).

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Caso de estudo

Lisboa foi escolhida como o caso de estudo desta dissertação. Esta escolha deve-se ao facto de ter sido a primeira cidade portuguesa a ter trotinetas elétricas partilhadas a circular, além de ser uma das cidades portuguesas com maior tráfego. Por ter sido a primeira cidade do país a receber este novo modo de transporte, existe uma maior quantidade de dados relativos à utilização das trotinetas, sendo que a existência deste modo partilhado é relativamente recente, não só em Portugal, mas também noutros países do mundo.

A cidade de Lisboa é a capital de Portugal, com uma área abrangente de 100 km<sup>2</sup>. É a cidade mais populosa do país com cerca de 506.000 habitantes, e cerca de 2.8 milhões de habitantes na área metropolitana de Lisboa (AML), que corresponde a 27% da população nacional. Esta cidade é um dos grandes centros históricos portugueses e recebe cerca de 25% do turismo nacional, além de acolher 32% dos estudantes do ensino superior do país, pelas várias instituições que nela residem (Câmara Municipal de Lisboa, 2017).

Em termos da mobilidade dentro da cidade de Lisboa, é possível afirmar que o número de pessoas dentro da cidade aumenta em quase 70% diariamente, resultado dos movimentos pendulares casa-trabalho e casa-escola (Câmara Municipal de Lisboa, 2017). Todavia, o automóvel privado é o modo de transporte preferido pela população dentro da AML (58,9%) seguido pelos modos ativos (23,5%), tal como a bicicleta e o caminhar (INE, 2018), sendo que a bicicleta representa apenas 0,5% do total geral. Note-se que no ano em que foi realizado este inquérito à mobilidade, ainda não existiam trotinetas elétricas partilhadas em Lisboa.

Em termos de orografia, Lisboa é conhecida pelas suas “sete colinas” o que implica uma cidade com um terreno um pouco acidentado, sendo que a altitude máxima existente em Lisboa se encontra na Serra de Monsanto, com 226 metros de altitude. Todavia, a maioria das ruas (aproximadamente 73%) apresenta uma inclinação inferior a 5%, em que 54% das mesmas apresenta uma inclinação inferior a 3% (Moura, Magalhães Da Silva and Santos, 2017). Adicionalmente, as ruas da cidade de Lisboa são constituídas por vários tipos de pavimentos, em especial a calçada portuguesa que, especialmente quando está húmida, é muito escorregadia, tornando-se insegura na circulação com trotinetas elétricas, estas que têm pouca aderência a este tipo de pavimentos. Neste plano, há também que ter em conta a presença dos carris dos elétricos e as ruas e avenidas com trânsito intenso, que influencia o tipo de condução dos utilizadores das trotinetas elétricas.

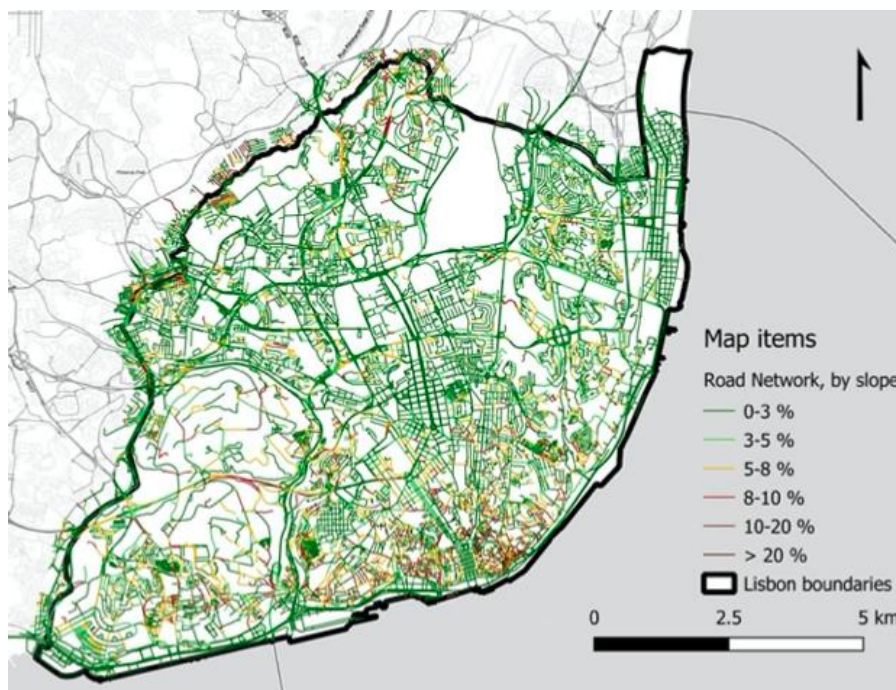


Figura 3.1 - Orografia das ruas da cidade de Lisboa (Félix, 2012)

Em termos de incentivos ao uso das trotinetas em Lisboa, a CML promoveu várias campanhas de iniciativa com o objetivo de promover uma mobilidade mais sustentável dentro da cidade, tal como a semana europeia da mobilidade, realizada em Setembro, que apela ao uso dos modos suaves (Câmara Municipal de Lisboa, 2019). No mesmo contexto, os próprios operadores dos sistemas de trotinetas elétricas partilhadas criam incentivos ao uso deste meio através de promoções, como a oferta de minutos grátis aquando a utilização da trotineta (Nunes, 2019a).

Já muitos portugueses são adeptos deste novo modo de transporte. Não só através da utilização de trotinetas elétricas partilhadas, mas também muitos preferem adquirir a sua própria trotineta. Os vários fóruns de discussão existentes no *facebook* são prova disso. Destes grupos destacam-se “Trotinetas elétricas e mobilidade – PT Fans” com 507 membros e “Scooters & Trotinetas elétricas” com 454 membros.

Por outro lado, o aumento da utilização deste modo gerou outros problemas na cidade de Lisboa, tal como a ocupação indevida dos passeios ou mesmo acidentes (*Aumento de acidentes com trotinetas leva a lançamento de campanha*, 2019). De modo a resolver estes problemas, foram lançadas várias campanhas para promover a segurança dos utilizadores e dos que os rodeiam, tanto pelas operadores dos sistemas (*Lime oferece capacetes para evitar multas*, 2018), como pelas entidades de segurança portuguesas, estabelecendo coimas a quem não cumprisse as regras de segurança impostas para o uso e estacionamento das trotinetas (*Moda das trotinetas elétricas pode começar a sair cara a quem não cumprir regras de trânsito*, 2018; *Câmara ameaça multar quem deixar trotinetas mal estacionadas*, 2019; *EMEL recolhe trotinetas mal estacionadas em Lisboa*, 2019; Ferro, 2018; Lusa, 2019b). Complementarmente, definiram-se zonas onde é proibida a largada das trotinetas, designadas “zonas



vermelhas”. Estas áreas cobrem as zonas históricas de Lisboa, como Terreiro do Paço, Bairro Alto, Colina de Alfama, Castelo de São Jorge e Jardim da Estrela (Lusa, 2019b).

É importante referir que, tendo em conta a que este fenómeno é recente, não existe ainda informação produzida pelas entidades responsáveis pela regulamentação e gestão de modo de transporte nas cidades de Lisboa. Desta forma, parte da informação recolhida socorreu-se da comunicação social, salvaguardando-se que esta informação pode não ter sido verificada.

### 3.2 Descrição do inquérito

De modo a poder estudar os movimentos realizados pelos utilizadores das trotinetas elétricas, as características dos próprios utilizadores, e as razões pelas quais os leva a utilizar as trotinetas elétricas, foi necessário recorrer à realização de um inquérito, dada a ausência deste tipo de dados. Através deste inquérito, pretende-se tirar algumas conclusões relativamente a:

- Perfis de utilizadores de trotinetas elétricas partilhadas;
- Frequência e horário de utilização das trotinetas;
- Padrões de mobilidade dos utilizadores, antes e após o surgimento deste modo;
- Motivo principal das viagens realizadas;
- Cumprimento, ou não, das regras de tráfego de trotinetas em Lisboa (uso do capacete, local de estacionamento, espaço de circulação com a trotineta);
- Características da trotineta elétrica partilhada.

Sendo que este inquérito foi distribuído através dos canais de comunicação entre alguns operadores de sistemas de trotinetas elétricas que atuam na cidade de Lisboa e os seus utilizadores este inquérito incidiu apenas nas pessoas que utilizam os sistemas de partilha ou que tenham subscrito uma *app* de qualquer operadora instalada no seu *smartphone*. Desta forma, os indivíduos que não tenham instalado nenhuma *app* dos operadores que participaram no estudo, não fazem parte do quadro amostral, incluindo aqueles utilizadores que usam as suas próprias trotinetas elétricas, excluindo assim este tipo de utilizadores neste estudo.

Os tipos dos utilizadores de trotinetas elétricas partilhadas são determinados consoante as respostas dadas, relativamente às suas condições socioeconómicas, motivos, frequências e horário de utilização da trotineta, padrões de mobilidade do utilizador, antes e depois do aparecimento das trotinetas elétricas partilhadas, e local de residência do próprio, entre outras características.

Com base nas respostas dadas pela amostra, é possível diferir cinco grupos de respondentes, tendo por base Félix (2019):

- Utilizadores: se o inquirido responder que utiliza a trotineta elétrica frequentemente (“diariamente” ou “algumas vezes por semana”) e escolher “trotineta” ou “trotineta partilhada” como modo de transporte regular;

- Potencial utilizador: se o inquirido responder que utiliza a trotineta partilhada “menos de 4 vezes por mês” ou escolher “trotineta” ou “trotineta partilhada” como modo de transporte regular;
- Ocasional: se o inquirido responder que só utilizou o sistema uma vez ou que utiliza a trotineta “menos de 10 vezes no último ano”, ou não escolher “trotineta partilhada” como modo de transporte;
- Desistente: se o inquirido responder que utilizava a trotineta partilhada, mas desistiu de utilizar, não temporariamente;
- Não Utilizador: se o inquirido responder negativamente à questão “Alguma vez utilizou algum sistema de trotinetas elétricas partilhadas?”.

De acordo com estes agrupamentos, é possível verificar o quanto as trotinetas elétricas partilhadas são utilizadas diariamente pelos portugueses e os influenciaram a mudar os seus hábitos de mobilidade.

O questionário em questão é composto maioritariamente por respostas fechadas (escolhas múltiplas, caixas de seleção, classificações, barras deslizantes), à exceção do grupo relativo às sugestões e comentários. O guião de inquérito pode ser consultado no Anexo A – Guião de inquérito aos utilizadores de trotinetas elétricas partilhadas. Este inquérito foi submetido à aprovação pela comissão de ética (CE) do Instituto Superior Técnico (IST), devido ao envolvimento de questões respeitantes à proteção e privacidade de dados pessoais, pelo qual foi aceite pela entidade em questão, tal como se pode atestar com o parecer da CE, Ref. 28/2019 (CE IST), no dia 26 do mês de Novembro de 2019.

Optou-se por realizar o inquérito a partir de uma plataforma *online* pelo facto do uso regular de dispositivos móveis e de computadores pela população. Desta forma, torna-se facilitada a divulgação, tendo em conta que o inquérito em questão é feito em parceria com a CML e vários operadores de sistemas de trotinetas elétricas, sendo assim direcionado apenas para os utilizadores destes sistemas. Assim, o quadro amostral do inquérito foi o universo de subscritores da aplicação dos operadores que colaboraram neste estudo e, por isso, trata-se de uma amostragem por conveniência. Não tendo sido possível obter as características da população de subscritores da aplicação (por uma questão de confidencialidade argumentada pelo operador), não foi possível comparar a amostra obtida para as variáveis normalmente usadas (por exemplo, idade, género, outros atributos dos utilizadores). Assim, os resultados obtidos através das análises realizadas nesta dissertação devem ser utilizados tendo esta limitação em consideração.

O inquérito é ainda apresentado em duas línguas: português, para os residentes, e inglês, para os turistas. Neste sentido é possível aferir se os visitantes também experimentaram este modo. No Anexo A apenas é apresentada a versão em português.

O questionário é composto por cinco grupos, sendo o último de resposta aberta e de carácter facultativo:

1. Introdução e pedido de consentimento informado, sem o qual o inquérito não é passível de ser respondido;
2. Utilização da trotineta elétrica partilhada;

3. Preferências e opiniões dos utentes relativamente ao sistema de trotinetas elétricas partilhadas;
4. Breve caracterização sociodemográfica, de habitação, e de mobilidade do/a participante;
5. Sugestões e comentários.

Tal como no questionário realizado em Portland pelo *Portland Bureau of Transportation* (2018), foram incluídas questões relativas ao uso da trotineta, tal como motivo e frequência de utilização, e questões relativas à caracterização dos participantes. No inquérito em questão, adicionaram-se perguntas de forma a ter uma tipificação do inquerido mais pormenorizada, descrevendo os seus hábitos de mobilidade e as suas características de habitação, e ainda questões respeitantes às origens e destinos das viagens dos utilizadores, de modo a situar no mapa de Lisboa quais os locais preferenciados pelos utilizadores para a recolha e largada da trotineta. A respeito das suas características habitacionais, solicitou-se a todos os participantes que divulgassem o seu código postal.

Decidiu-se por não introduzir nenhuma questão relativa à duração média das viagens ou à distância percorrida diariamente, correndo o risco de serem recolhidos dados pouco fidedignos.

Sendo que o estacionamento das trotinetas partilhadas é um dos grandes problemas na mobilidade pedonal da cidade de Lisboa, achou-se pertinente questionar os participantes onde é que os mesmos costumam estacionar a trotineta que utilizam, tal como no inquérito realizado em San José (Fang *et al.*, 2018). Neste caso, apresentam-se cinco fotografias tiradas nas ruas de Lisboa, de casos diferentes de trotinetas estacionadas. Os casos são: no meio do passeio, encostada a um edifício, encostada a uma árvore ou poste de iluminação, na estrada ou estacionamento de veículos motorizados, e estacionamento de trotinetas ou bicicletas.

Outro grande problema na mobilidade urbana de Lisboa, é o espaço de circulação dos modos suaves. Sabe-se que o espaço preferível é a ciclovia, no entanto Lisboa não possui ciclovia em toda a cidade, e por essa razão achou-se relevante perguntar aos utilizadores das trotinetas partilhadas qual o espaço (passeio ou estrada) que circulam com a trotineta quando não têm ciclovia no seu percurso, sendo que as trotinetas são consideradas velocípedes, segundo o artigo 112 do código da estrada (Lei n.º 72/2013 - Diário da República n.º 169/2013, Série I de 2013-09-03, Artigo 112.º), destinando-se a circular apenas em ciclovias e estradas. Por esta forma pretende-se compreender se os utilizadores preferem utilizar o passeio para circular, havendo possibilidade de coima, ao invés da utilização da rodovia partilhada com o tráfego motorizado, espaço que transmite maior insegurança aos utilizadores.

Através das questões acerca das características da trotineta partilhada pretende-se saber a opinião dos utilizadores em relação à própria trotineta, pedindo ao inquirido para classificar, de 0 a 100, vários aspetos importantes para o uso deste modo, tal como a manobrabilidade, o conforto, a potência nas subidas, a velocidade, a segurança que a trotineta transmite ao utilizador, qual o tipo de sistema de travagem que prefere (manual ou elétrico), o custo de utilização e, ainda, como é que o utilizador classifica o sistema de trotinetas de uma forma global. A partir das classificações obtidas pelos participantes das características físicas das trotinetas, é possível compreender o quanto é que os utilizadores acham que a trotineta é um modo de seguro para as deslocações urbanas.

Pediu-se ainda a todos os participantes do inquérito para escolher que alterações, tanto no sistema como nas trotinetas, os faria utilizar mais este modo de transporte. De seguida solicitou-se que classificassem as opções que escolheram, da mais importante à menos importante. Com esta questão tenciona-se saber a opinião dos respondentes acerca do sistema, e o que poderá ser feito para satisfazer um pouco mais a opinião pública.

Perguntou-se também aos participantes se trabalham ou estudam dentro da cidade em Lisboa, ou se estiveram na cidade em turismo. Aos turistas questionou-se se na sua cidade residencial existe a possibilidade de utilizar algum sistema de trotinetas elétricas, de modo a aferir que cidades do mundo utilizam este modo de transporte.

Antes da divulgação final do questionário, foram realizados vários testes, respondidos por cerca de 20 pessoas, incluindo membros da CML e dos operadores que participaram na divulgação do inquérito, para a identificação de erros, sugestão de alterações e validação final do inquérito.

### **3.3 Métodos de análise**

A partir da realização do inquérito descrito acima, é possível obter uma grande diversidade de informação acerca dos utilizadores das trotinetas partilhadas. Não só informação relativa às características dos indivíduos, mas também sobre as suas escolhas diárias relativamente à sua forma de transportação dentro da cidade.

Por forma a compreender os padrões de atividades realizados pela população de Lisboa, pretende-se analisar estes dados de três formas diferentes, cada uma delas permitindo obter resultados referentes a objetivos diferentes, sendo eles: definir tipos de utilizadores de trotinetas, analisar os padrões de utilização das trotinetas e modelar o comportamento dos utentes.

#### **3.3.1 Análise de Clusters**

A análise de clusters é um método de associação de variáveis que agrupa objetos de uma base de dados com base nas informações recolhidas sobre os objetos e as suas relações. O intuito deste tipo de análises é que os objetos dentro de um certo *cluster* sejam semelhantes (ou relacionados) entre si, e diferentes com os objetos dos outros *clusters*. Quanto maior foi a semelhança (ou homogeneidade) dentro de cada *cluster*, e quanto maior for a diferença entre *clusters*, melhor ou mais distinto é o grupo de *clusters* (Tan *et al.*, 2018).

No caso de estudo, o objetivo principal da aplicação deste método é, através dos dados obtidos pelo inquérito, poder definir os tipos de utilizadores existentes em Lisboa. Para esta análise será utilizado o programa SPSS. Neste programa são importadas as variáveis que se pretendem analisar, que no caso de estudo são as perguntas e respostas dadas pelos inquiridos e escolhe-se o método de estudo que se pretende fazer.

Com o programa SPSS é possível construir *clusters* utilizando três métodos de agregação: os métodos tradicionais – métodos hierárquicos e não hierárquicos – e um método denominado de “*Two-step Cluster*”.

No caso dos métodos hierárquicos, este pode ser de duas formas diferentes. A primeira diz respeito a um método aglomerativo, ou seja, cada variável é considerada um *cluster*, que depois será agrupado com outro *cluster* de acordo com a sua proximidade a esse mesmo *cluster*. Opostamente, o segundo método hierárquico – método divisivo – começa com todos os objetos agrupados num único *cluster*, sendo depois divididos em subgrupos consoante a sua proximidade (Marôco, 2011).

No caso dos métodos não hierárquicos, é definido à partida o número de *clusters* que se pretendem formar. Estes métodos contêm a vantagem, relativamente aos métodos hierárquicos, de tratarem com mais facilidade matrizes de dados muito grandes, uma vez que não é preciso calcular e armazenar uma nova matriz de dissemelhança em cada passo do algoritmo. Complementarmente, nestes métodos, a probabilidade de agrupar uma variável num *cluster* incorretamente, é menor do que nos métodos hierárquicos, pois a inclusão de uma variável num *cluster* nos métodos hierárquicos é definitiva (Marôco, 2011). Por outro lado, os métodos não hierárquicos são mais complexos que os métodos hierárquicos, pois a formação de *clusters* é baseada em iterações até se atingir o melhor resultado.

Quando se trata de amostras muito grandes, e em que as variáveis da amostra são do tipo categóricas e do tipo contínuas, nenhum dos métodos acima apresentados são apropriados para a análise de *clusters*. Nos métodos hierárquicos é necessária uma matriz de distâncias entre todos os pares de variáveis, e os métodos não hierárquicos requerem a entrada e saída das variáveis dentro dos *clusters* e o conhecimento prévio do número de clusters que se pretendem formar (Norusis and SPSS Inc., 2012). O método “*TwoStep Cluster*” é um método de agregação mais adequado em casos como esses, além de ser um método capaz de encontrar automaticamente o melhor número de *clusters* (SPSS, 2009).

Este método é consistido por dois passos:

- 1) Pré-agrupação (*preclustering*): construção de pequenos *clusters*;
- 2) Agrupação hierárquica dos pré-*clusters*.

No primeiro passo é feita a formação de pré-clusters. O objetivo desta pré-agrupação é reduzir o tamanho da matriz que contém as distâncias entre todos os pares de objetos. Este processo começa com a construção de uma árvore de características dos *clusters* (do inglês “*cluster feature (CF) tree*”). A árvore CF consiste em níveis de nós, em que cada nó contém um certo número de entradas. Uma entrada num nó representa um pré-*cluster*. Cada objeto é analisado e o programa decide se a informação contida em cada objeto deve-se agrupar aos pré-*clusters* já formados ou formar um novo pré-*cluster*, baseando-se no critério da distância. Quando a pré-agrupação é concluída, todos os objetos no mesmo pré-cluster são tratados como uma única entidade. Assim, o tamanho da matriz das distâncias torna-se independente do número de objetos, mas dependente do número de pré-*clusters* (SPSS, 2009; Norusis and SPSS Inc., 2012).

No segundo passo, os pré-clusters obtidos no primeiro passo são utilizados como *input* para determinar os *clusters* finais. Tendo em conta que neste passo o número de objetos é muito menor, é possível então utilizar um método de agrupação tradicional. Desta forma, o programa SPSS utiliza o método hierárquico aglomerativo, principalmente porque funciona bem quando não se sabe *à priori* o número de *clusters* finais (SPSS, 2009; Norusis and SPSS Inc., 2012).

O agrupamento dos objetos, tanto no primeiro passo como no segundo passo, é, como foi explicado, feito através de uma medida de distância. O método “*TwoStep Cluster*” possui duas medidas de distância: a Euclidiana e a Log-verosimilhança. Quando a amostra só contém variáveis contínuas, as duas medidas de distâncias são válidas, mas quando se trata de amostras com dois tipos de variáveis - categóricas e contínuas - a medida de distância a utilizar é a log-verosimilhança. Esta medida assume que as variáveis no modelo são independentes, que as variáveis contínuas têm distribuição normal e que as variáveis categóricas possuem uma distribuição multinomial (Bacher, Wenzig and Vogler, 2004; SPSS, 2009).

Relativamente ao número de *clusters* ou pré-*clusters* a reter, este pode ser definido *à priori* ou calculado automaticamente pelo programa. No primeiro passo, na formação de pré-*clusters*, o SPSS usa como valor padrão uma árvore CF com um máximo de três níveis, em que cada nível tem no máximo 8 entradas. Esta combinação resulta num máximo de 512 entradas, ou seja, 512 pré-*clusters* (Bacher, Wenzig and Vogler, 2004; SPSS, 2009). O programa permite também a definição prévia de um número de pré-*clusters*. Uma grande quantidade de pré-*clusters* dá melhores resultados, pois os objetos dentro de cada pré-*cluster* são mais semelhantes, no entanto a formação de muitos pré-*clusters* torna o algoritmo mais lento (Norusis and SPSS Inc., 2012). Já no segundo passo, foi desenvolvido um processo de duas fases para determinar o melhor número de *clusters* a reter. Na primeira fase é calculado o BIC (*Bayesian Information Criterion*) ou AIC (*Akaike's Information Criterion*) por forma a encontrar uma estimativa inicial do número de *clusters*. A segunda fase serve para ajustar a estimativa inicial, determinando o maior rácio entre as distâncias dos dois *clusters* mais próximos em cada agrupação hierárquica (SPSS, 2009).

Após determinação do número final de *clusters*, o programa avalia a qualidade da solução. A qualidade de um *cluster* é definida pela similaridade entre os elementos do próprio *cluster*, e a diferença entre os elementos dos outros *clusters*. Desta forma, o “*TwoStep Cluster*” utiliza uma medida denominada coeficiente de silhueta (do inglês “*silhouette coefficient*”), que mede a coesão e separação entre *clusters*. Para cada elemento dentro de um *cluster*, é calculada a distância média entre esse elemento e os restantes elementos desse mesmo *cluster*, e é calculada a distância média entre esse elemento e todos os elementos dos outros *clusters*. O coeficiente de silhueta é então dado pela divisão entre duas diferenças: a diferença entre a menor distância média entre elementos de *clusters* diferentes e a menor distância média entre elementos do mesmo *cluster*, dividindo pela diferença entre a maior distância média entre elementos de *clusters* diferentes e a maior distância média entre elementos do mesmo *cluster*. Desta forma, o coeficiente de silhueta varia entre os valores -1 e 1. No caso em que o coeficiente é negativo, significa que as distâncias médias obtidas entre elementos dentro do *cluster* são maiores que as distâncias médias entre elementos de *clusters* diferentes. Quanto mais próximo do valor 1,

melhor é a solução de *clusters*, visto que um coeficiente de silhueta positivo significa que as distâncias médias entre os elementos do mesmo *cluster* são inferiores às distâncias médias dos elementos de *clusters* diferentes (Norusis and SPSS Inc., 2012).

### **3.3.2 Sistemas de Informação Geográfica (SIG)**

Os sistemas de informação geográfica (SIG) são sistemas de informação especializados na entrada, gestão, análise e divulgação de informação geográfica (especialmente relacionada). Estes sistemas transformaram e expandiram a geografia através da sua capacidade de armazenar grandes quantidades de informação, analisando-a e, sobretudo, pela representação de saídas cartográficas específicas (Rodrigue and Shaw, 2020).

O objetivo principal da análise de dados através dos sistemas de informação geográfica é, utilizando as origens e destinos proporcionados pelos respondentes do inquérito, compreender os padrões de utilização da trotineta. Consequentemente, poderá ser possível assumir os percursos realizados pelos utilizadores, utilizando as ferramentas de modelação do programa que será utilizado, que é o QGIS.

Neste sentido, o primeiro passo para atingir este objetivo será o tratamento dos dados obtidos pelo inquérito. Sendo que é perguntado ao utilizador frequente “qual a origem e destino das suas viagens frequentes com a trotineta elétrica partilhada?” e ao utilizador não frequente “qual a origem e destino da sua última viagem com a trotineta elétrica partilhada?”, o utente irá nomear uma zona, ponto de interesse ou código postal como resposta a estas perguntas.

No QGIS serão colocadas as informações relativas às origens e destinos dados pelos respondentes. Quando se tratam de códigos postais, o programa automaticamente define o ponto de origem ou destino, mas quando se tratam de zonas ou pontos de interesse que não estão localizados nas definições próprias do QGIS, terá de ser definido um ponto que será introduzido manualmente no programa. Além das origens e destinos serão também inseridas no programa as localizações das residências dos utilizadores, também proporcionadas pelos mesmos no inquérito realizado, as localizações das diversas estações de modos de transporte coletivos e as localizações dos pontos de estacionamento das trotinetas.

Após a introdução destes pontos no QGIS, será ser feito um zoneamento das origens e destinos. Este zoneamento poderá ser baseado numa malha da cidade ou numa análise de *clusters*. Tal será dependente da forma como se distribuem as origens e destinos dados pelos utilizadores, pela cidade. Assim, será possível identificar as zonas com maior frequência de largada e aquisição das trotinetas.

Comparando as localizações das estações com as origens e/ou destinos será feita uma análise aos padrões de mobilidade intermodal, e comparando os destinos com as zonas que de momento já oferecem local para estacionamento com este zoneamento, serão estudados os padrões de estacionamento e, se possível, identificar quais os locais que, efetivamente, deveriam também oferecer espaço para estacionamento próprio.

Relativamente à definição dos percursos dos utilizadores, estes vão ser determinados tendo por base um *plugin* do QGIS (*Open Route Service*) que contém vários tipos de percursos, inclusive das bicicletas partilhadas. Tendo em conta que as trotinetas devem circular (como as bicicletas) nas ciclovias, será assumido que os utilizadores das trotinetas realizam os mesmo tipos de percursos que os ciclistas.

### 3.3.3 Modelos de escolha discreta

Os modelos de escolha discreta são utilizados para explicar ou prever a escolha de um indivíduo, dentro de um conjunto de alternativas mutuamente exclusivas (*Discrete Choice Analysis*, 2019). Este tipo de modelos consideram que o ambiente que molda o comportamento de escolha de um indivíduo é aleatório e específico para cada situação, sendo influenciado por uma série de fatores, tais como as características socioeconómicas do próprio decisor, e os atributos do conjunto de alternativas que lhe é proposto (Aloulou, 2018).

No caso em questão, a utilização dos modelos de escolha discreta permitirá analisar as escolhas feitas pelos inquiridos, no que toca à sua eventual mudança de comportamento de mobilidade. Pretende-se compreender os comportamentos dos utilizadores de trotinetas partilhadas e, através destes modelos, comparar, por um lado, a probabilidade de escolha de um motivo ou outro, para a utilização das trotinetas; e, por outro lado, comparar a probabilidade das viagens substituídas terem origem em diversos modos disponíveis, para as diferentes gamas de distâncias das viagens. Irá ser utilizado o programa BIOGEME (Bierlaire, 2003) para a estimação destas probabilidades.

Neste sentido, serão estudados dois modelos: um relativo aos motivos das viagens realizadas escolhidos pelo utilizador, e um relativo ao tipo de transporte que foi substituído pela trotineta. Assim, primeiramente devem-se definir os conjuntos de alternativas disponíveis de cada modelo, que devem conter alternativas mutuamente exclusivas, ou seja, a escolha de uma alternativa implica a não escolha de nenhuma das outras. Os conjuntos de alternativas devem também ser exaustivos, querendo dizer que devem conter todas as opções possíveis, além de terem de ser finitos. Neste caso, o primeiro modelo tem um conjunto de escolha com cinco alternativas, sendo elas “deslocações casa-trabalho”, “deslocações para a escola/universidade”, “tratar de assuntos diversos”, “passear” ou “motivos de lazer”. O conjunto de escolha do segundo modelo é composto pelos modos de transporte disponíveis na cidade de Lisboa, sejam eles

- A pé;
- Automóvel particular;
- Automóvel, como passageiro;
- Metro;
- Autocarro/Elétrico;
- Automóvel partilhado (*carsharing*);
- Comboio;
- Barco;
- Táxi ou equivalente;
- Motociclo;
- Motociclo partilhado;
- Bicicleta partilhada;
- Bicicleta;
- Trotineta;
- Trotineta partilhada.

Para estudar os modelos de escolha discreta foram desenvolvidos vários tipos de modelos (*probit*, *logit*, *multinomial logit*, *mixed logit*, *nested logit*, entre outros) tal que opção de utilizar um método ou outro depende, principalmente, da natureza da variável dependente e das diferentes questões metodológicas



associadas aos dados (Roque, Moura and Lourenço Cardoso, 2015). No caso de estudo, será aplicado o método *multinomial logit* (MNL), nos dois modelos. A vantagem deste método é que admite que a variável dependente ( $\varepsilon$ ) tem a mesma distribuição que as variáveis independentes. Contrariamente ao método *probit* que assume que a variável dependente tem uma distribuição normal, embora as variáveis independentes não possuam a mesma distribuição.

Estes modelos funcionam de acordo com a escolha racional, ou seja, assume-se que, quando confrontados com um conjunto discreto de opções, as pessoas escolhem a opção de máximo benefício ou utilidade (Train, 2009). Deste pressuposto, define-se a utilidade em função das características das escolhas possíveis e das características do decisor.

Assim, pode-se dividir a utilidade em duas partes, como se apresenta na equação (3.1)

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in}, \quad (3.1)$$

em que  $U_{in}$  é a utilidade da alternativa  $i$ , do individuo  $n$ ,  $V_{in}$  é a parte determinística, ou seja, representa as variáveis independentes que são estimadas estatisticamente, e  $\varepsilon_{in}$  é a variável dependente (o erro), ou seja, representa os fatores que afetam a utilidade e que não estão incluídos na parte determinística.

A parte determinística ( $V_{in}$ ) é determinada em função das variáveis explicativas, sejam elas atributos das alternativas ou características do decisor. A equação da utilidade de cada alternativa varia consoante os fatores que afetam essa mesma alternativa, tomando a forma da equação (3.2)

$$U_{in} = \alpha_{in} + \sum \beta_{in} X_{in} + \varepsilon_{in}, \quad (3.2)$$

sendo que  $\alpha_{in}$  é uma variável constante,  $\sum \beta_{in} X_{in}$  é o somatório do produto de todas as variáveis explicativas  $X_{in}$  por um peso  $\beta_{in}$  atribuído a cada variável explicativa, e  $\varepsilon_{in}$  é o termo do erro.

Desta forma, a probabilidade de um individuo  $n$  escolher a alternativa  $i$ , seguindo o método *multinomial logit* é apresentada na equação (3.3)

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_k e^{V_{kn}}}, \quad (3.3)$$

em que  $V_{in}$  é a parte determinística da alternativa  $i$  e  $\sum_k e^{V_{kn}}$  é o somatório do exponencial de todas as partes determinísticas das restantes alternativas.

Quando se define a utilidade de uma alternativa tem-se em conta os vários tipos de variáveis explicativas como também o termo  $\beta_{in}$ , associado a cada variável explicativa, que representa o peso que essa variável tem na utilidade, como já referido acima. Por exemplo, tendo em conta que as alternativas do segundo modelo se tratam de modos de transporte, é de esperar as mesmas variáveis explicativas (e o mesmo o termo  $\beta_{in}$ ) sejam incluídas nas utilidades dos diferentes modos de transporte, como por exemplo, o tempo, a distância ou o custo da viagem. No entanto, o peso dessa variável explicativa pode ser diferente para os vários modos de transporte, ou seja, tem diferente impacto na utilidade, o que significa que o  $\beta_{in}$  associado a essa variável será diferente em cada utilidade.

É neste sentido que se introduzem os conceitos “valor do tempo” (do inglês “*value of time*”) e “disposição para pagar” (do inglês “*willingness to pay*”). Quando se trata da variável explicativa “tempo

de viagem” é necessário ter em conta que o tempo que cada pessoa despende em viagem é valorizado de forma diferente, e por isso é preciso estudar se o termo  $\beta_{in}$  é verdadeiramente diferente em cada utilidade.

Para determinar se este pressuposto é verdade, realiza-se um teste de hipóteses, em que a hipótese nula ( $H_0$ ) é que os  $\beta_{in,tempo}$  de cada alternativa são todos iguais. Nos modelos de escolha discreta este teste de hipóteses é chamado de “teste do rácio da verosimilhança” (do inglês “*likelihood ratio test*”). Para determinar qual das hipóteses é preferível, calcula-se primeiramente a log-verosimilhança de cada modelo utilizando o programa BIOGEME. Seguidamente determina-se o valor dado pela equação (3.5)

$$-2 * (L(\beta_0) - L(\beta_1)), \quad (3.5)$$

em que  $L(\beta_0)$  é a log-verosimilhança da hipótese nula (ou restrita) e  $L(\beta_1)$  é a log-verosimilhança da hipótese não restrita. O resultado desta equação é então comparado ao valor da distribuição qui-quadrado com N graus de liberdade, tal que N é a diferença entre o número de parâmetros da hipótese não restrita e a hipótese restrita, como apresentado na equação (3.6)

$$-2 * (L(\beta_0) - L(\beta_1)) \sim \chi^2_{N_1 - N_0}. \quad (3.6)$$

Se o valor da equação (3.5) for superior ao valor da distribuição qui-quadrado, então pode-se assumir que a hipótese não restrita, ou seja, que os  $\beta_{in,tempo}$  são diferentes consoante a utilidade, é preferível. Caso contrário, a hipótese nula é preferível.

No caso da variável “custo da viagem”, o mesmo teste é aplicado, como no caso de qualquer outra variável que se pretenda compreender se o peso dessa mesma variável na utilidade varia consoante a alternativa.

Por fim, de forma a validar os modelos escolhidos, poderá ser feito um teste de previsão. Este teste é constituído por uma divisão da amostra, por norma 80-20, onde uma das partes servirá para definição dos modelos (a maior porção) e a outra parte (a menor porção) servirá para validar esses mesmos modelos. Após determinação das probabilidades de cada escolha de cada modelo, estas serão comparadas com as escolhas reais feitas pelos utilizadores da menor porção.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

### 4.1 Estatísticas Descritivas

O questionário realizado aos utilizadores das trotinetas elétricas partilhadas foi disseminado dia 6 de Março de 2020 por um dos operadores de trotinetas partilhadas, e disseminado dia 9 de Março por outro operador, tendo as respostas sido recolhidas, para análise neste estudo, no dia 14 de Março de 2020. O questionário continuou aberto até dia 29 de Abril de 2020, para análises futuras, onde se reuniu um total de 1724 respostas.

Até ao dia de recolha (14 de Março), foram reunidas 1643 respostas por parte dos utilizadores que utilizam as trotinetas dos operadores que participaram na disseminação. Foram validadas 1016 respostas (62%), em que os critérios de validação implicam respostas com duração superior a 1 minuto; o inquirido respondeu a todas (ou quase todas) as perguntas que lhe foram apresentadas; e as respostas que deu eram coerentes entre si<sup>1</sup>. Dentro da amostra de respostas válidas, 2% dos inquiridos não aceitaram participar no inquérito, tendo uma amostra final para análise de 995 respostas. Desta amostra, foram recolhidas 919 respostas afirmativas à pergunta “Alguma vez utilizou algum sistema de trotinetas elétricas partilhadas?”.

Em termos de características socioeconómicas, uma primeira análise dos resultados permite concluir que:

- 80% dos respondentes são género masculino;
- 77% dos respondentes têm idade compreendida entre os 18 e os 45 anos, e a média de idades é de 35,7 anos;
- 32% dos inquiridos tem até ao 12º ano de escolaridade (inclusive), 36% é licenciado e os restantes 32% têm grau superior à licenciatura;
- Mais de 50% dos respondentes vive no concelho de Lisboa, enquanto que cerca de 40% vive na Área Metropolitana de Lisboa (AML).

Relativamente à utilização da trotineta partilhada, das 919 respostas recolhidas, foi possível observar que:

- Os motivos principais das viagens dos utilizadores foi “passear” (32%) e “tratar de assuntos diversos” (31%), sendo as restantes viagens efetuadas para deslocações pendulares (casa-trabalho; casa-escola/universidade) (27%) ou “outros motivos” (8%);
- 38% dos utilizadores usa a trotineta menos de 1 vez por mês e o horário de viagem mais utilizado é durante a tarde (32%);
- A grande maioria dos utilizadores (48%) afirma ter estacionado a trotineta num estacionamento de bicicletas/trotinetas, enquanto que 27% dos mesmos responde ter estacionado o veículo encostado a um edifício;

---

<sup>1</sup>Foram realizadas variadas perguntas no inquérito, de modo a testar a coerência de respostas dos inquiridos

- O capacete não é utilizado pela grande maioria dos utilizadores, enquanto que a ciclovia é espaço de circulação preferido dos mesmos.

Em relação às características das trotinetas partilhadas, perguntas de classificação entre os valores 0 (opinião muito desfavorável) e 100 (opinião muito favorável), que foram respondidas por 919 inquiridos, denota-se que:

- Mais de 50% das respostas classificaram a manobrabilidade na categoria [75-100];
- A velocidade das trotinetas é classificada por cerca de 60% dos utilizadores acima do valor 50;
- 40% dos utilizadores classificaram a segurança das trotinetas na categoria [25-50];
- O custo de utilização é classificado até 50 por mais de 80% dos inquiridos.

É de salientar ainda que as alterações que os 995 respondentes consideram que os encorajariam a utilizar mais os sistemas de trotinetas são “custos por minuto mais baixo”, “custos de desbloqueio mais baixo” e “existência de mais ciclovias”.

No que toca os padrões de mobilidade dos inquiridos, é de notar que:

- 111 dos 995 respondentes realizam as suas viagens regulares exclusivamente a pé (11%);
- Dos restantes 884 respondentes, 46% dos respondentes que afirma que utiliza apenas um modo de transporte nas suas viagens regulares, recorre ao automóvel particular;
- Dos 54% respondentes que realizam uma combinação de modos de transporte, 124 declaram que parte do seu percurso é feito a pé (mais de 10 minutos);
- Os transportes mais utilizados para combinação são o metro, o autocarro/elétrico, o automóvel particular e o comboio;
- 91% dos respondentes afirma que a viagem de trotineta substituiu a viagem de outro modo, sendo que esse modo seria “a pé” por 32% dos inquiridos e “de metro” por 15% dos inquiridos.

Realça-se que foi notado uma incoerência nas respostas relativas à combinação de modos de transportes utilizados na realização das viagens regulares. Enquanto que o objetivo era que os inquiridos selecionassem os modos que utilizavam numa viagem diária (por exemplo, carro até à estação do comboio e depois comboio), a pergunta não foi bem interpretada, tendo tido como resposta os vários modos possíveis que os inquiridos utilizam nas suas viagens diárias (por exemplo, um dia comboio, outro dia metro, outro dia motociclo). O mesmo tipo de respostas foi obtido na questão acerca do modo ou modos de transporte que a trotineta substituiu, ou seja, os inquiridos selecionaram os vários modos que poderiam ter usado ao invés da trotineta partilhada.

No que tocam os grupos de respondentes acima mencionados, a amostra pode ser dividida em 5 grupos, sendo que 62 inquiridos são classificados como utilizadores, 173 são classificados como potenciais utilizadores, 417 são classificados como ocasionais, 76 são classificados como não utilizadores e 267 são classificados como desistentes. Com esta classificação, pode-se observar que a maioria dos respondentes (42%) são classificados como utilizadores ocasionais, o que sugere que as trotinetas são atualmente maioritariamente utilizadas de forma casual, e não como um modo de transporte diário.

Uma caracterização geral de alguns aspetos socioeconómicos e de mobilidade dos diferentes grupos é apresentada na tabela 4.1. É de salientar que, nos modos de transporte das viagens regulares, os grupos considerados incluem viagens realizadas por um modo de transporte ou uma combinação de modos, e são: modos suaves e ativos, que abrangem viagens com bicicletas e trotinetas (elétricas ou não) e viagens a pé; viagens em que o modo principal é o automóvel (particular ou como passageiro); viagens em que o modo principal é o transporte público, viagens utilizando a combinação automóvel e transporte público e outros modos. O grupo “outros” é consistido por viagens de motociclo, motociclo partilhado, táxi, automóvel partilhado e combinações de modos que não são apresentadas na tabela (por exemplo, motociclo partilhado e a pé).

Tabela 4.1 – Caracterização geral dos grupos da amostra

	Utilizadores n=62		Potenciais utilizadores n=173		Ocasionais n=417		Não Utilizadores n=76		Desistentes n=267	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Idade</b>										
Valor médio	33		35		37		38		35	
<b>Género</b>										
Feminino	5	8%	31	18%	93	22%	17	23%	47	18%
Masculino	56	92%	142	82%	322	78%	58	77%	219	82%
<b>Educação</b>										
Até ao 12º ano	19	31%	52	31%	140	34%	27	36%	82	31%
Licenciatura	24	39%	60	34%	156	38%	29	38%	87	33%
Grau superior à licenciatura	19	31%	61	35%	120	29%	20	26%	95	36%
<b>Modos de transporte próprios</b>										
Trotineta	10	16%	14	8%	33	8%	6	8%	31	12%
Automóvel	46	74%	138	80%	350	85%	53	72%	207	79%
<b>Zona de residência</b>										
Concelho de Lisboa	36	58%	94	54%	182	44%	32	42%	152	57%
Área Metropolitana	19	31%	58	34%	161	39%	29	38%	73	27%
<b>Composição das viagens regulares</b>										
Um modo de transporte	4	6%	81	47%	270	65%	45	59%	124	46%
Uma combinação de modos de transporte	58	94%	91	53%	147	35%	31	41%	143	54%
<b>Modos de transportes nas viagens regulares</b>										
Modos suaves e ativos	8	13%	29	17%	67	16%	22	29%	55	21%
Modo principal: Automóvel	9	15%	64	37%	175	42%	22	29%	65	24%
Modo principal: Transporte público	25	40%	52	30%	112	27%	18	24%	96	36%

Combinação de transportes público + Automóvel	1	2%	15	9%	32	8%	8	11%	24	9%
Outros	19	31%	13	8%	31	7%	6	8%	27	10%

Na tabela 4.1 podem-se observar as diferenças entre grupos, principalmente no que toca os modos de transporte usados nas viagens diárias.

No caso do grupo de Utilizadores (U), as viagens utilizando o transporte público como modo principal são as mais comuns (40%), tal que estas viagens consistem na utilização do transporte público em combinação com a trotineta (partilhada ou não). Quase a totalidade deste grupo realiza as suas viagens recorrendo a uma combinação de transportes, sendo que um deles é a trotineta, enquanto que apenas 4 indivíduos utilizam apenas a trotineta no seu dia-a-dia.

Comparando os modos utilizados pelo grupo de Utilizadores com o grupo de Potenciais Utilizadores (PU), 28% das pessoas pertencentes a este grupo utiliza somente o automóvel, o que, por isso, totaliza uma utilização deste modo como modo principal de 37%, enquanto que a utilização dos modos suaves e ativos é dada por cerca de 17%. Por outro lado, a utilização de transportes públicos em combinação com outro modo ou apenas um transporte por viagem ocupa cerca de 30% das viagens, contrabalançando o uso do veículo privado.

Já no caso do grupo dos Ocasionais (O), este grupo é o que apresenta o maior valor de utilização do automóvel (42%), onde 37% corresponde à utilização do veículo privado como único modo de transporte nas viagens diárias. Os elementos deste grupo são também os que menos utilizam os modos suaves e ativos entre todos os grupos (12%). Este grupo é também quem mais utiliza apenas um modo de transporte diariamente, seja ele a pé, transporte público ou mesmo de bicicleta.

No grupo dos Não Utilizadores (NU) enquadram-se os inquiridos que afirmam nunca ter experimentado nenhum sistema de trotinetas elétricas. Este grupo apresenta também uma maior percentagem no que toca a utilização de um só modo diariamente. É de notar que neste grupo o número de utilizadores de modos suaves e ativos é igual ao número de pessoas que utilizam o automóvel como modo principal, e aproximadamente o mesmo número de pessoas que utilizam os transportes públicos como modo principal.

O grupo dos Desistentes (D), que é dado pelo grupo de pessoas que afirma ter deixado de usar a trotineta partilhada como modo de transporte, é um dos grupos que mais utiliza os transportes público como modo principal, sendo utilizado por 36% das pessoas. É de notar que as pessoas deste grupo são também quem utiliza bastante os modos suaves e ativos nas suas viagens (21%). Os motivos de desistência mais elegidos pelos indivíduos deste grupo foram: o preço elevado dos sistemas de trotinetas; a não existência de ciclovia no percurso, o que obriga as pessoas a usar a estrada na qual se sentem inseguras, ou o passeio no qual não é confortável de circular; a pouca disponibilidade das trotinetas na zona de residência ou local de trabalho; e a troca da trotineta partilhada por veículo próprio (trotineta ou bicicleta), ou mesmo por bicicletas partilhas.

Note-se também que o número de pessoas que possui uma trotineta própria é maior no grupo de Utilizadores (16%), como esperado. Contrariamente, este é o grupo que também apresenta os menores valores quanto à disponibilidade de automóvel privado.

Relativamente às características socioeconómicas dos grupos, não existe nenhuma diferença que se saliente. Em todos os grupos, a gama de idades mais frequente é dos 25 anos aos 45 anos e o género masculino é o de maior percentagem, sendo que o grupo dos Utilizadores é grupo “mais jovem” e o grupo dos Não Utilizadores é o grupo “mais velho”. Em cada grupo os graus de educação são relativamente igualmente distribuídos, sendo que os Potenciais Utilizadores e os Desistentes têm uma percentagem maior de pessoas com um grau de educação superior à licenciatura, e os Utilizadores, Ocasionais e Não Utilizadores tenham maior percentagem em pessoas licenciadas, embora seja por uma pequena margem. Quanto à zona de residência, em todos os grupos existe uma maior percentagem de pessoas que vivem no concelho de Lisboa, embora não haja grande discrepância nas percentagens. O grupo dos Desistentes e Utilizadores são aqueles que apresentam maior percentagem de pessoas que vivem na cidade, tendo em conta que os residentes têm acesso a mais infraestruturas e localizações comuns das trotinetas partilhadas dentro da cidade do que nas zonas mais exteriores. Há, no entanto, que sublinhar que entre os grupos, o grupo dos Ocasionais é o que apresenta maior percentagem de pessoas que vive fora do concelho de Lisboa, seguido pelo grupo de Não Utilizadores.

Desta forma, construiu-se uma pirâmide que ilustra os cinco grupos acima apresentados.

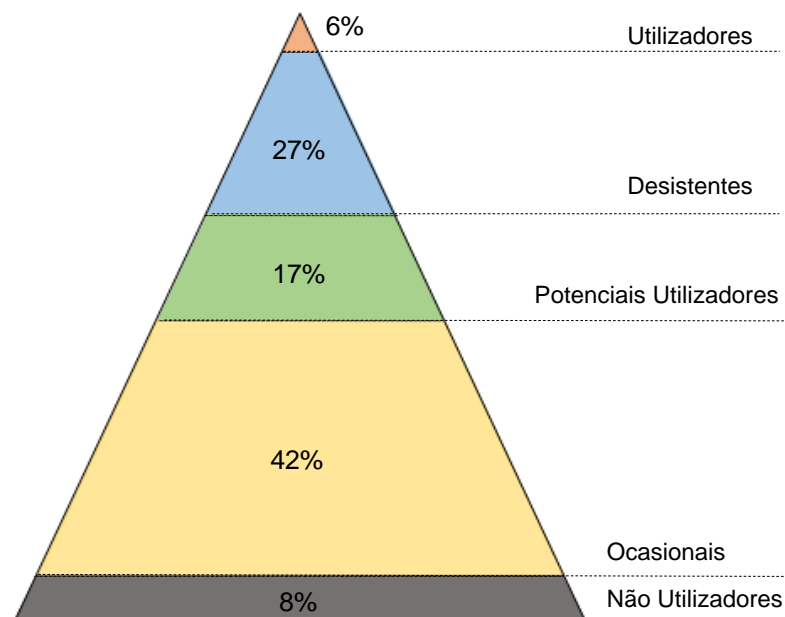


Figura 4.1 – Pirâmide esquemática dos grupos de subscritores de serviços de trotinetas partilhadas.

## 4.2 Análise de *Clusters* aos Utentes

Com o intuito de estabelecer os tipos de utilizadores de trotinetas partilhadas que se podem observar na cidade de Lisboa, procedeu-se a uma análise de clusters. Tratando-se de uma amostra

relativamente extensa (995 respostas), que integra vários tipos de categorias, escolheu-se utilizar o método “*Two-Step Cluster*” para estimar os grupos existentes na amostra.

Tendo em conta o objetivo desta análise, o primeiro passo passou por excluir todos os Não Utilizadores da amostra (inquiridos que responderam “não” à questão “Alguma vez experimentou algum sistema de trotinetas elétricas partilhadas?”), ficando assim com uma amostra com 919 respostas.

Quanto às variáveis em estudo, assume-se que as mesmas são as perguntas realizadas no inquérito, totalizando 63 variáveis (excluindo a primeira e últimas perguntas). Por modo a minimizar o número de variáveis a testar na análise de *clusters*, construiu-se uma matriz de correlações. Através da matriz de correlações será possível observar quais as variáveis com maiores correlações que, conseqüentemente, poderão definir a agrupação dos *clusters*.

Previamente à construção da matriz de correlações, foram analisadas as categorias das variáveis, sendo que as que continham múltiplas respostas, mas sem ordem (por exemplo, modos de transportes utilizados no dia-a-dia) foram “desdobradas”, convertendo essas respostas em variáveis (neste caso, cada modo de transporte será uma variável) em que as respostas a essas variáveis seriam apenas de “sim” ou “não”. Tanto as variáveis com respostas de ordem (por exemplo, frequência) ou variáveis contínuas (por exemplo, a idade), foram mantidas. Adicionalmente, nem todas as variáveis foram inseridas na matriz de correlações. As variáveis nominais com muitas possibilidades de respostas, como por exemplo, razão pela qual o inquirido escolheu utilizar a trotineta, que tem mais 20 possibilidades de respostas (que eventualmente se iriam “transformar” em variáveis para a matriz de correlação) foram omitidas, assim como as perguntas de origem e destino das viagens feitas com a trotineta, além das perguntas apenas relativas a quem nunca utilizou um sistema de trotinetas e a quem desistiu de as utilizar. Foram ainda excluídas algumas perguntas socioeconómicas com pouca relevância para o estudo, como o número de dependentes ou a existência de estacionamento gratuito no local de trabalho, estudo ou residência. Ainda, as respostas das variáveis relacionadas com modos de transporte (modos de transporte regulares e que modo a viagem com a trotineta substituiu) foram reclassificadas da seguinte forma:

- Modos de transporte regulares: modos suaves e ativos; automóvel como modo de transporte principal; transporte público como modo de transporte principal; combinação automóvel e transporte público; e outros (inclui viagem de motociclo, motociclo partilhado, automóvel partilhado e táxi);
- Modos de transporte cuja viagem foi substituída por trotinetas: modos suaves e ativos; automóvel e/ou transporte público como modo principal; outros (inclui viagem de motociclo, motociclo partilhado, automóvel partilhado e táxi).

Além da reclassificação destas variáveis, a variável “motivo” foi também ligeiramente modificada, tal que o motivo “deslocações para a escola/universidade” uniu-se com o motivo “deslocações casa-trabalho”, tornando no motivo “*commuting*”. A variável frequência também sofreu de uma reclassificação, sendo que as respostas “diariamente” e “algumas vezes por semana” se agruparam numa só resposta “semanalmente”, e as respostas “menos de 4 vezes por semana” e “menos de 10



vezes no último ano” juntaram-se na resposta “mensalmente”, enquanto a resposta “só uma vez” permaneceu sem alteração. Uma última reclassificação foi feita na variável que diz respeito a que altura do dia são realizadas as viagens com a trotineta. Nesta variável juntarem-se as respostas “de manhã” e “ao final da tarde”, tornando-se na variável “horas de ponta”, e as restantes respostas tornaram-se na variável “outros horários”.

Desta forma, construiu-se uma matriz de correlações com 52 variáveis. Para elaboração da matriz é necessário definir qual o coeficiente de correlação a aplicar. O coeficiente de correlação mede o quanto, em força e em direção, duas variáveis tendem a mudar, em simultâneo. Ora, o programa SPSS oferece três opções de escolha: coeficiente de correlação de *Pearson*, coeficiente de correlação de *Kendall's tau-b*, e coeficiente de correlação de *Spearman*. O coeficiente de correção de *Pearson* avalia a relação linear entre duas variáveis contínuas, isto é, quando uma alteração numa variável está associada a uma alteração proporcional na outra variável. Já relativamente ao coeficiente de correlação de *Spearman*, este é frequentemente utilizado para determinar a relação monotónica entre duas variáveis contínuas ou ordinais, ou seja, quando as variáveis tendem a mudar em conjunto, mas não necessariamente a uma variação constante. O coeficiente de correlação de *Spearman* é baseado nos valores ordenados para cada variável e não nos dados brutos, por isso é utilizado normalmente para calcular relações que envolvem variáveis ordinais (Minitab, 2019). Quanto ao coeficiente de correlação *tau-b* de *Kendall*, este é uma medida não paramétrica de força e direção da relação existente entre duas variáveis ordinais ou contínuas. Este coeficiente é considerado uma alternativa não paramétrica ao coeficiente de correlação de *Pearson*, quando a amostra não satisfaz uma ou mais condições para a realização do teste e é, também, considerado uma alternativa ao coeficiente de correlação de *Spearman*, especialmente quando se trata de uma amostra de pequena dimensão com uma proporção muito significativa de pares de observações no mesmo *ranking* (Laerd Statisticsc, 2018).

Assim, o coeficiente que se utilizou para a construção da matriz de correlação foi o coeficiente de *Spearman*, pois a maioria das variáveis são ordinais, à exceção da variável “Idade” e das variáveis de classificação da trotineta, que são variáveis contínuas. Consideraram-se então significativas as correlações entre variáveis cujo nível de significância é inferior ou igual a 0,1.

A matriz de correlação contém 564 pares de correlações significativas entre variáveis. Deste conjunto teve-se uma maior consideração pelos pares de variáveis que apresentavam uma correlação superior a 0,3 ou inferior a -0,3. Na tabela abaixo é possível observar estes pares.

Tabela 4.2 - Lista das variáveis com correlações significativas

Variável i	Variável j	Correlação	Variável i	Variável j	Correlação
Usa a trotineta nas horas de ponta?	Usa a trotineta noutros horários?	<b>-0,982</b>	Substituiu por a pé ou modos suaves?	Substituiu por automóvel ou transportes públicos?	<b>-0,659</b>
Circula na Estrada?	Circula na Ciclovia?	<b>-0,632</b>	Utiliza Transportes Públicos?	Utiliza automóvel?	<b>-0,581</b>
Circula no Passeio?	Circula na Ciclovia?	<b>-0,513</b>	Utiliza transportes públicos no dia-a-dia?	Utiliza automóvel?	<b>-0,492</b>

Passear	Tratar de assuntos diversos	<b>-0,468</b>	Costuma andar a pé?	Utiliza automóvel?	<b>-0,446</b>
<i>Commuting</i>	Passear	<b>-0,427</b>	Estacionou encostado a um edifício?	Estacionou num estacionamento de trotinetas?	<b>-0,425</b>
<i>Commuting</i>	Tratar de assuntos diversos	<b>-0,419</b>	Utiliza automóvel?	Um modo ou combinação	<b>-0,379</b>
Utiliza transportes públicos no dia-a-dia?	Tem automóvel que possa usar?	<b>-0,354</b>	Utiliza automóvel?	Utiliza modos suaves ou ativos (a pé)?	<b>-0,318</b>
Utiliza modos suaves ou ativos (a pé)?	Utiliza transportes públicos no dia-a-dia?	<b>-0,309</b>	Tem automóvel que possa usar?	Utiliza Transportes Públicos?	<b>-0,308</b>
Substituiu por a pé ou modos suaves?	Substitui por motas ou táxis?	<b>-0,307</b>	Utiliza modos suaves ou ativos (a pé)?	Um modo ou combinação	<b>-0,306</b>
Tem automóvel que possa usar?	Utiliza automóvel?	<b>0,314</b>	Idade	Qual a sua situação laboral?	<b>0,315</b>
Utiliza Transportes Públicos?	Costuma andar a pé?	<b>0,318</b>	Frequência	Passear	<b>0,323</b>
Um modo ou combinação	Costuma andar a pé?	<b>0,326</b>	Idade	Rendimentos próprios	<b>0,328</b>
Classifique o sistema de forma global	Classifique a potência	<b>0,337</b>	Idade	Educação	<b>0,356</b>
Faz combinação automóvel + transportes públicos no dia-a-dia?	Um modo ou combinação	<b>0,36</b>	Educação	Rendimentos próprios	<b>0,361</b>
Classifique a potência	Classifique o conforto	<b>0,37</b>	Idade	Tem dependentes?	<b>0,373</b>
Circula no Passeio?	Frequência	<b>0,398</b>	Um modo ou combinação	Utiliza Transportes Públicos?	<b>0,419</b>
Frequência	Quando foi a última vez que usou?	<b>0,422</b>	Quando foi a última vez que usou?	Desistiu de usar a trotineta?	<b>0,438</b>
Classifique o sistema de forma global	Classifique o custo de utilização	<b>0,44</b>	Um modo ou combinação	Utiliza transportes públicos no dia-a-dia?	<b>0,449</b>
Utiliza modos suaves ou ativos (a pé)?	Costuma andar a pé?	<b>0,452</b>	Quantas pessoas na habitam no seu local de residência?	Tem dependentes?	<b>0,481</b>
Classifique o sistema de forma global	Classifique a manobrabilidade	<b>0,509</b>	Utiliza transportes públicos?	Utiliza transportes públicos no dia-a-dia?	<b>0,526</b>
Classifique a segurança	Classifique a manobrabilidade	<b>0,542</b>	Se não tivesse disponível nenhuma trotineta, o que faria?	Substituiu por a pé ou modos suaves?	<b>0,55</b>
Classifique a velocidade	Classifique a potência	<b>0,585</b>	Classifique a segurança	Classifique o sistema de forma global	<b>0,585</b>
Classifique o sistema de forma global	Classifique o conforto	<b>0,599</b>	Classifique a manobrabilidade	Classifique o conforto	<b>0,603</b>
Classifique a segurança	Classifique o conforto	<b>0,618</b>			

Como se pode aferir na tabela acima, muitas das variáveis com correlações significativas são variáveis dependentes entre si, como é o caso das variáveis relativas à altura do dia com que a trotineta é usada,

que são as que apresentam maior correlação (-0,982). Contornando este tipo de variáveis, é também observável que as maiores correlações pertencem às variáveis de classificação da trotineta que, no entanto, só apresentam correlações significativas entre elas. Por outro lado, as variáveis relativas aos modos utilizados no dia-a-dia (automóvel, transportes públicos, modos suaves e ativos ou combinação de automóvel com transportes públicos) são as que apresentam mais elevadas correlações com diferentes variáveis. Seguidamente, pode-se reparar que a variável correspondente à utilização de um modo de transporte ou combinação de modos apresenta também várias correlações com outras variáveis. Relativamente às variáveis socioeconómicas, a variável com maiores correlações é a variável “Utiliza transportes públicos?”, que tem grandes correlações com as variáveis referentes aos modos de transportes do dia-a-dia (a importância desta variável na análise de *clusters* poderá ser observada mais adiante). A variável “Idade” também apresenta variadas correlações, mas respeitantes a outras variáveis socioeconómicas. Já no que toca a variáveis relacionadas com a utilização da trotineta, a variável “frequência” é a que apresenta mais correlações com outras variáveis.

Desta forma, as variáveis testadas na análise de *clusters* foram variáveis socioeconómicas, nomeadamente idade, género, rendimentos próprios, existência de dependentes e utilização de transportes públicos, variáveis relativas às viagens diárias, tal como os modos de transporte utilizados diariamente, se o indivíduo costuma andar a pé e se realiza a sua viagem regular recorrendo a um só modo ou combinação de modos, e variáveis referentes à utilização da trotineta, como a frequência de utilização, o motivo da utilização, se a viagem com a trotineta substituiu a viagem com outro modo, que modo de transporte foi substituído pela viagem com a trotineta, o horário da viagem e como estaciona a trotineta.

Após filtragem de variáveis, procedeu-se à análise de *clusters*. Esta análise foi realizada utilizando o método “*Two-Step Cluster*” existente no programa SPSS, visto que a amostra em estudo é de grande dimensão e contém variáveis do tipo categóricas e do tipo contínuas. Por esta razão, a distância utilizada foi a log-verosimilhança, pois é a distância apropriada quando se tem os dois tipos de variáveis. O número de *clusters* finais e *pré-clusters* não foram previamente definidos, deixando ao algoritmo a tarefa a determinação do número de *clusters* mais apropriado. Em termos do critério de cálculo do número de *clusters*, o SPSS facultou duas opções, o BIC (*Bayesian Information Criterion*) e o AIC (*Akaike's Information Criterion*), onde foram testados os dois critérios, sendo que a formação de *clusters* era igual para ambos.

Vários testes foram realizados até se obter um resultado aceitável, tendo sempre em conta a qualidade dos *clusters*. A entrada e saída das variáveis nas várias análises foi baseada na importância que as mesmas tinham dentro dos *clusters*, isto é, a contribuição de cada variável nos *clusters* é calculada através de um teste de hipóteses, em que a medida de importância é diferente entre variáveis contínuas e variáveis categóricas, no caso destas utiliza-se as estatísticas qui-quadrado (Şchiopu, 2010). Consoante essa importância, as variáveis são ordenadas, tal que, durante a realização dos testes para determinação da melhor solução de *clusters*, foram-se retirando, uma a uma, as variáveis que demonstravam ter menor importância, até se atingir um valor razoável na qualidade de *clusters*.

## 4.2.1 Tipos de utilizadores

A análise de *clusters* terminou tendo como resultado final dois *clusters*. Como explicado no capítulo anterior, o método em questão realiza duas etapas para determinar o melhor número de *clusters*. A primeira etapa é calcular o BIC ou AIC (consoante o critério escolhido) e a segunda etapa é calcular o rácio entre as distâncias dos dois clusters mais próximos. Na primeira etapa é definido o número máximo de *clusters*, que é quando o rácio entre as diferenças de BIC é maior que  $0,4^2$  pela primeira vez (Bacher, Wenzig and Vogler, 2004). No caso de estudo, o número máximo será 9 *clusters*. Na segunda etapa é então definido o número de *clusters* a reter. Este valor é baseado no rácio das distâncias e é calculado através do rácio entre os dois maiores rácios entre distâncias. Se este rácio for superior a  $1,15^2$ , o número de clusters a reter é aquele com o maior rácio entre distâncias, caso contrário o número de clusters a reter é o segundo com maior rácio entre distâncias (Bacher, Wenzig and Vogler, 2004). No caso de estudo, os valores mais altos de rácio entre distância são quando o número de *clusters* é igual a 2 e 3, e o rácio destes valores é, aproximadamente, igual a 1,388. Como este valor é superior a 1,15, o número de *clusters* a reter é dois.

Na tabela 4.3 são apresentados os cálculos destas duas etapas (para o critério BIC, sendo que segundo o critério AIC o resultado final mantém-se, mas o número de *clusters* máximo é igual a 15, e não 9).

Tabela 4.3 – Cálculo dos valores para determinação de número de *clusters* finais

Número de Clusters	Schwarz's Bayesian Criterion (BIC)	Diferença entre BICs	Rácio das diferenças entre BICs	Rácio entre distâncias
1	16131,799			
<b>2</b>	<b>13712,961</b>	<b>-2418,837</b>	<b>1,000</b>	<b>2,668</b>
3	12904,469	-808,493	,334	1,922
4	12559,134	-345,335	,143	1,277
5	12322,799	-236,335	,098	1,112
6	12126,168	-196,630	,081	1,020
7	11936,434	-189,735	,078	1,191
8	11802,289	-134,144	,055	1,096
<b>9</b>	<b>11693,729</b>	<b>-108,561</b>	<b>,045</b>	<b>1,090</b>
10	11607,105	-86,623	,036	1,183
11	11558,223	-48,882	,020	1,131
12	11533,170	-25,053	,010	1,165
13	11533,945	,775	,000	1,014
14	11536,869	2,924	-,001	1,028
15	11544,006	7,137	-,003	1,002

Os dois *clusters* finais incorporam 10 variáveis, das quais três são referentes aos hábitos diários de mobilidade, três relativas à utilização da trotineta e as quatro restantes são variáveis socioeconómicas.

<sup>2</sup> Estes valores são baseados em estudos de simulação pelos autores do método "Two-Step Cluster" (Bacher, Wenzig and Vogler, 2004).

No gráfico 4.1 estão representadas as variáveis pertencentes aos *clusters*, ordenadas por nível de importância.

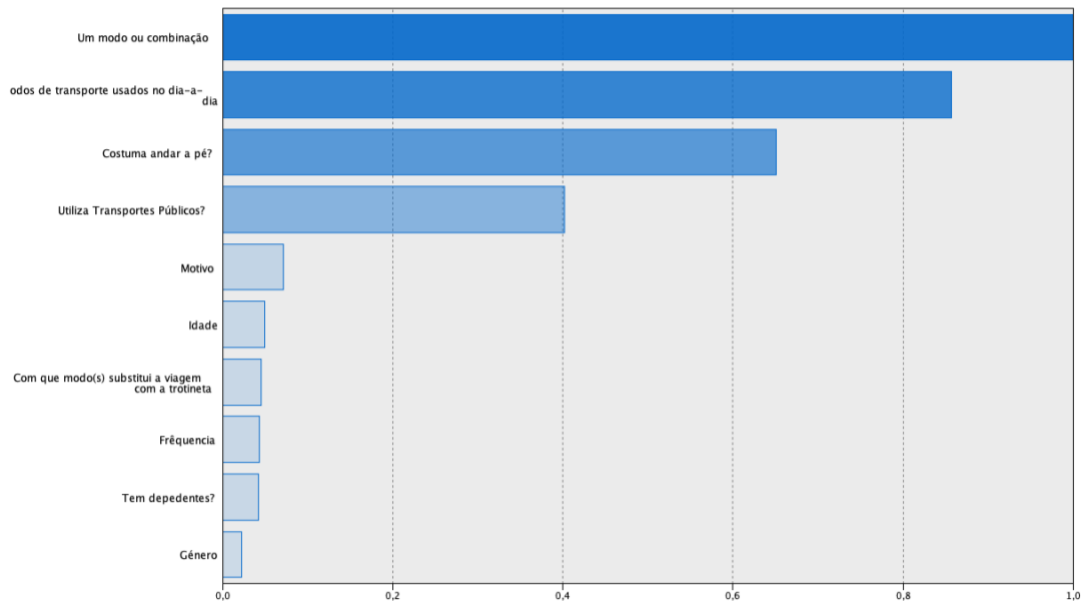


Figura 4.2 - Nível de importância das variáveis que constituem os clusters

A partir do gráfico da figura acima apresentado é possível denotar que as variáveis relativas à mobilidade diária do inquirido são as que representam um peso maior na formação de *clusters*, em que a variável “um modo ou combinação” tem um grau de importância de 1,0, seguida da variável “modos de transporte usados no dia-a-dia” que tem um nível de importância de 0,86, seguida da variável “costuma andar a pé” com um nível de importância de 0,65. Estas variáveis eram também as mesmas que apresentavam elevadas correlações entre elas e com outras variáveis. A variável “utiliza transportes públicos” também era uma das que demonstrava maiores correlações com as três variáveis referidas previamente, e apresenta um grau de importância de 0,40. As restantes variáveis exibem um nível de importância baixo, entre os 0,07 e os 0,02. Esta situação corrobora com os resultados obtidos na matriz de correlações, uma vez que estas variáveis apresentavam poucas correlações elevadas com outras variáveis.

No que toca à composição dos *clusters*, o *cluster* 1 é composto por 493 inquiridos, o que resulta de 53,6% da amostra total, e o *cluster* 2 é composto por 426 inquiridos, que equivale a 46,4% da amostra. A qualidade final dos *clusters* é medida pelo coeficiente de silhueta que, neste caso, é igual a 0,3. Neste sentido, na figura 4.3 encontra-se a distribuição dos *clusters* pelas variáveis. Os marcadores estão dispostos consoante a moda da categoria de cada variável, e a dimensão dos marcadores representa a importância que este tem na formação do *cluster*.

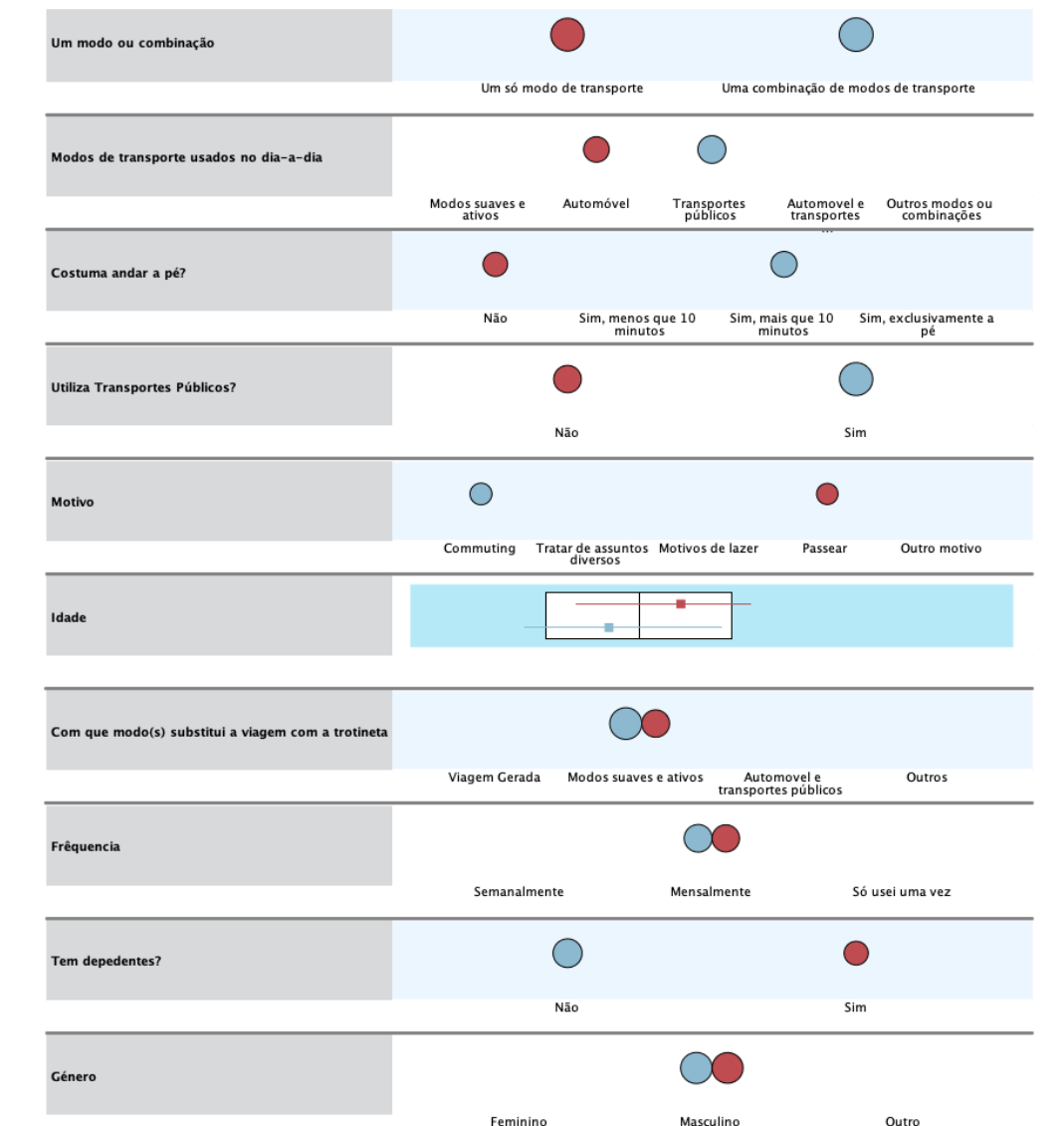


Figura 4.3 - Distribuição dos clusters pelas variáveis

A partir desta figura é possível distinguir dois tipos de utilizadores: os multimodais (*cluster 1*, representado a azul) e os unimodais (*cluster 2*, representado a vermelho). Os multimodais distinguem-se por utilizar diariamente uma combinação de modos de transporte que tem como principal modo os transportes públicos e a viagem a pé, e utilizam a trotineta nas suas viagens casa-trabalho ou casa-escola/universidade. Identificam-se como os utilizadores mais jovens (idade média 34 anos), e sem dependentes. Já os unimodais diferenciam-se por utilizar, por norma, apenas o automóvel como modo de transporte regular, e o motivo de utilização da trotineta é passear. São mais velhos (idade média 38 anos) e com dependentes. Ambos os tipos de respondentes utilizam, geralmente, a trotineta mensalmente, são homens e os modos de transporte substituídos pela trotineta foram os modos suaves e ativos.

Interessa também compreender a variação de respostas dentro de cada *cluster*. Na variável com maior importância – “um modo ou combinação” – denota-se a clara distinção nas respostas de cada *cluster* (figura 4.4).

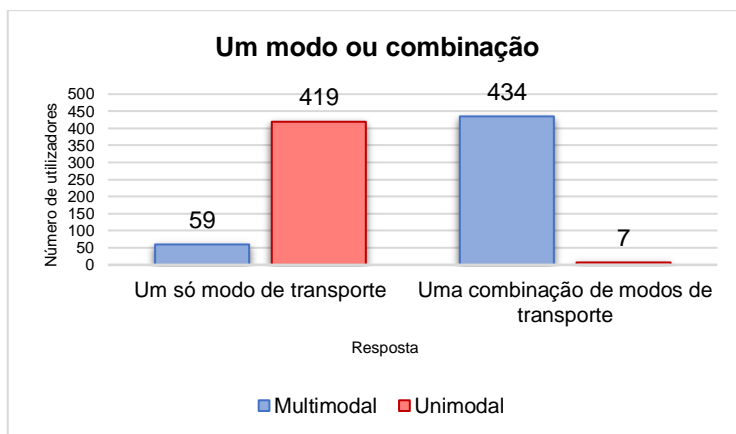


Figura 4.4– Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “um modo ou combinação”

Na variável “modos de transporte usados no dia-a-dia” (figura 4.5) é possível reparar que os muitos utilizadores unimodais utilizam principalmente o automóvel como modo de transporte e que grande parte utiliza os modos suaves e ativos como meio de deslocação diária. Tendo em conta que estes utilizadores são caracterizados por utilizar apenas um modo na sua viagem diária, assume-se que as viagens regulares são incorporadas apenas pelo automóvel, pela bicicleta ou pela trotineta, o que faz sentido dado a sua flexibilidade perante a rede viária. Contrabalançando, os transportes públicos são apenas utilizados pelos multimodais, seja em modo principal ou em combinação. Este modo é normalmente utilizado em combinação com outros modos, visto que, ao contrário do automóvel, detém um percurso fixo, necessitando muitas vezes de um complemento para um indivíduo chegar ao seu destino.

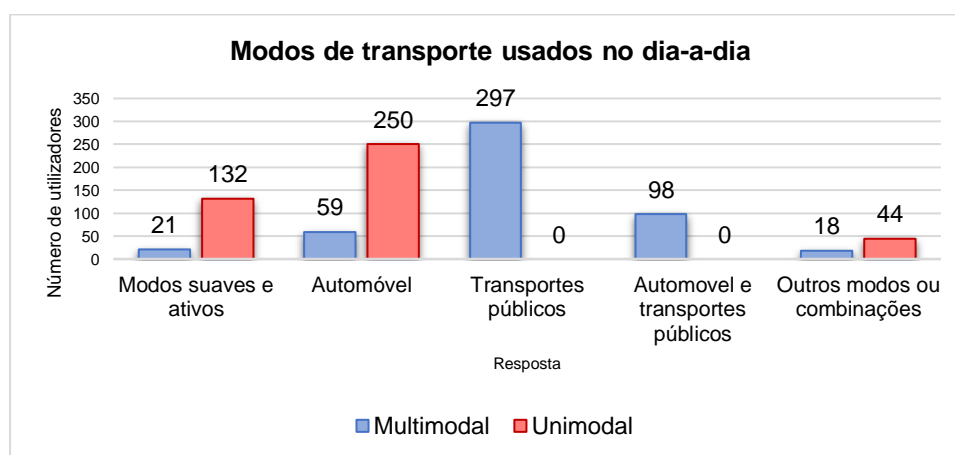


Figura 4.5 - Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “modos de transporte usados no dia-a-dia”

Já na variável “costuma andar a pé?” (figura 4.6) é visível que os multimodais são quem anda mais a pé, especialmente como modo de transporte (assumindo que uma caminhada de pelo menos 10 minutos diariamente considera-se como modo de transporte), sugerindo que a viagem é composta por mais do que um modo de transporte, corroborando com a utilização de uma combinação de modos de transporte. Adicionalmente, metade dos unimodais não anda a pé, enquanto que a outra metade é

quem faz viagens somente a pé ou com duração inferior a 10 minutos, confirmando a informação retida na figura 4.4.

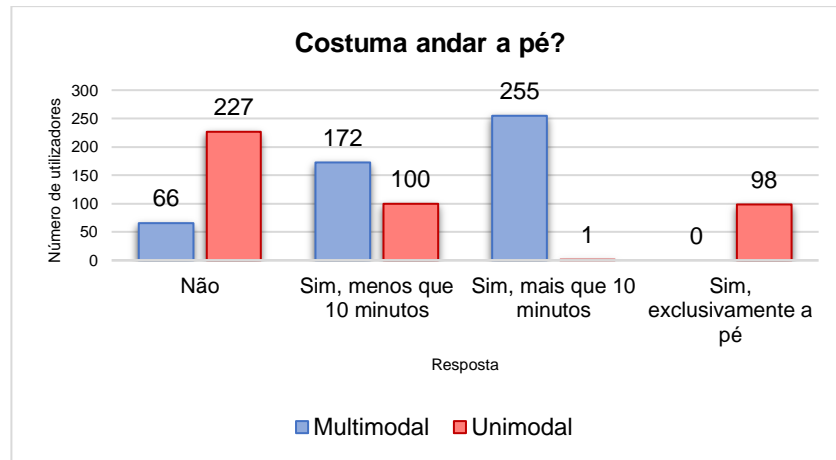


Figura 4.6 - Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “costuma andar a pé?”

Quanto à variável “motivo”, representada na figura 4.7, é possível notar que os motivos que distinguem os *clusters* são “*commuting*” e “*passar*”. As restantes respostas estão distribuídas de forma relativamente igual pelos dois *clusters*. Por esta razão, esta variável tem menor importância (comparando com as variáveis acima representadas) na formação de *clusters*.

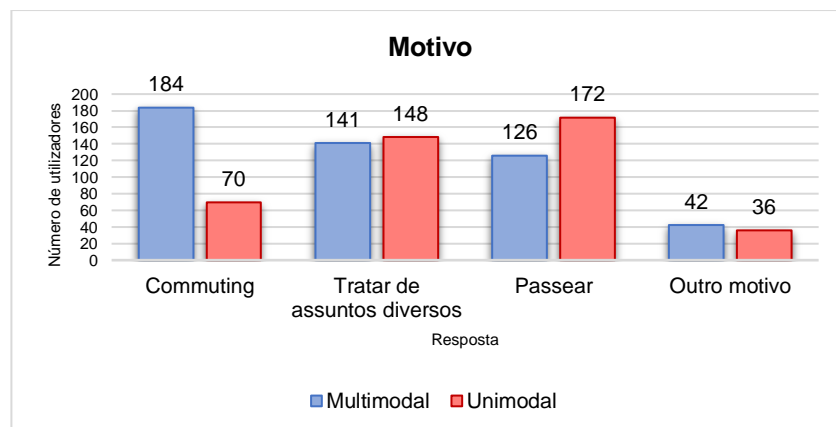


Figura 4.7 - Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “motivo”

Relativamente às variáveis frequência (figura 4.8) e “que modo(s) a viagem com a trotineta substituiu” (figura 4.9) ambos os *clusters* pertencem à mesma categoria. Na variável “frequência” é observável que, embora a trotineta seja utilizada maioritariamente mensalmente, os multimodais são quem também utiliza mais semanalmente, o que é coerente com a utilização casa-trabalho ou casa-escola/universidade, enquanto que os unimodais têm maior número de respostas de quem utilizou apenas uma vez. No caso dos modos de substituição, a categoria mais comum é “modos ativos e suaves”, apesar de os multimodais serem quem também substituiu mais a viagem do automóvel e/ou transportes públicos, e os unimodais serem quem admite que não teria realizado a viagem se não tivesse a trotineta disponível (viagem gerada).



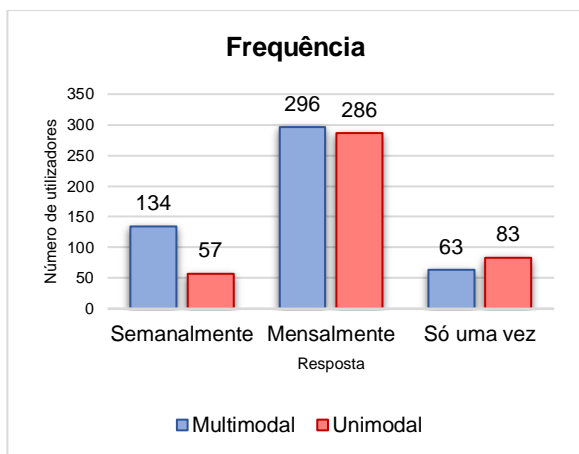


Figura 4.8 – Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “frequência”

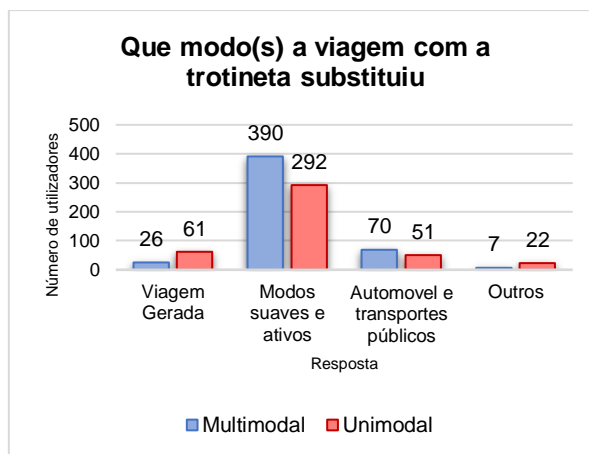


Figura 4.9 - Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “que modo(s) a viagem com a trotineta substituiu”

No que tocam as variáveis socioeconómicas que fazem parte da análise de *clusters*, á exceção da variável “idade”, todas elas apenas possuem duas opções de resposta (“sim” ou “não”, e no caso da variável “género”, “feminino” e “masculino” – omitindo a opção “outro”). Na variável “utiliza transportes públicos” (figura 4.10) existe uma clara distinção entre multimodais – onde a grande maioria utiliza transportes públicos – e unimodais – onde 2/3 não utiliza transportes públicos. Na variável “tem dependentes” (figura 4.11) o mesmo não acontece pois, ainda que a maior parte dos multimodais tenha respondido que não tem dependentes, quase metade dos unimodais respondeu que também não tinha dependentes. A variável com menos importância na formação de *clusters* é a variável “género”, pois em ambos os *clusters* o sexo predominante é o masculino. Todavia, é de salientar que os multimodais têm mais pessoas do sexo feminino (118) que os unimodais (60).

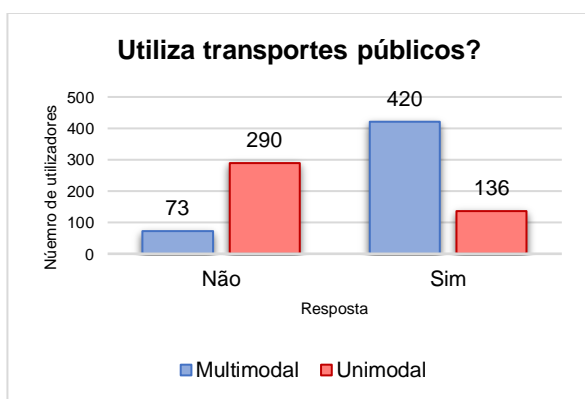


Figura 4.10 – Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “utiliza transportes públicos?”

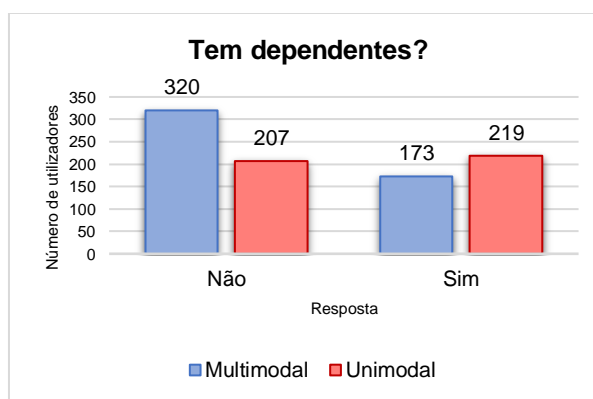


Figura 4.11 - Representação das respostas em cada *cluster*, na variável “tem dependentes?”

Por fim, fez-se uma pirâmide onde é demonstrado a distribuição do tipo de utilizadores nos grupos estabelecidos a partir das estatísticas descritivas. O *cluster* 1 – multimodais – encontra-se representado a azul e o *cluster* 2 – unimodais – encontra-se representado a vermelho.

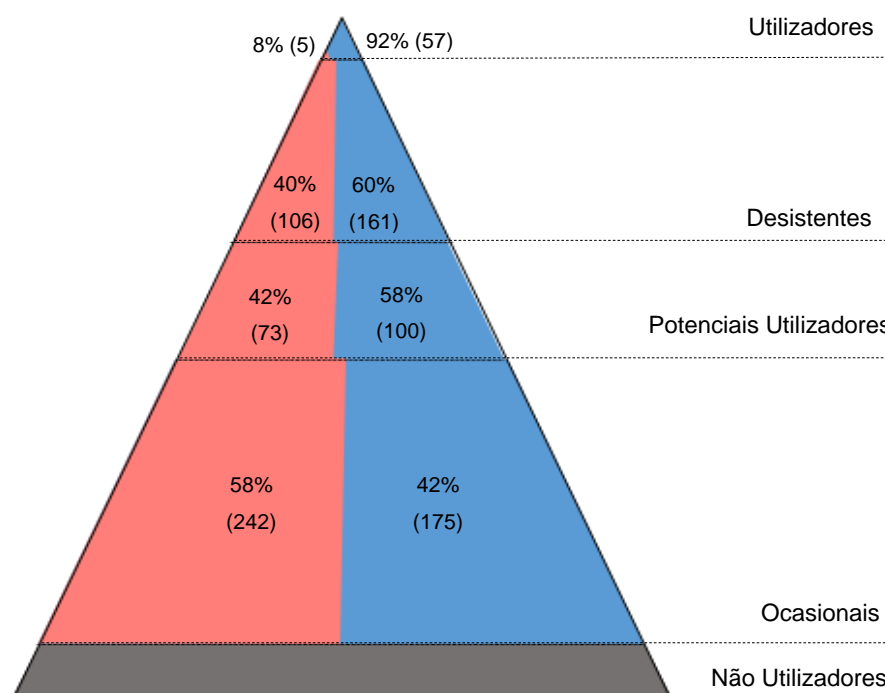


Figura 4.12 - Pirâmide esquemática dos *clusters* nos grupos de subscritores dos serviços de trotinetas partilhadas

Claramente, o segmento “Utilizadores” tem padrões de utilização quase exclusivamente multimodais (92%) ao passo que para os restantes tipos a distribuição é mais paritária.

### 4.3 Análise preliminar aos padrões de utilização das trotinetas

Um dos aspetos mais relevantes quando se trata de um novo modo de transporte é o meio por onde este circula. No caso da relação trotinetas elétricas – cidade de Lisboa, esta é ainda um pouco complicada dado todos os problemas causados pelo tipo de estacionamento das trotinetas e o seu espaço de deslocação. Com vista a compreender estes padrões de movimentação, recorreu-se ao programa QGIS que permite obter uma representação espacial e visual destes movimentos.

Esta análise tem por base as origens e destinos cedidos pelos utilizadores, no inquérito aos mesmos. A análise a estas respostas permite ter uma ideia da grande dispersão da localização das trotinetas por Lisboa, especialmente tendo também em conta a distribuição dos vários de pontos de interesse dentro da cidade. Estes pontos podem ser pontos turísticos, como a zona de Belém, estações multimodais de modos de transporte, como Cais do Sodré ou estação de Entrecampos, ou mesmo zonas de lazer e passeio, como a marina do Parque das Nações. Existem também fatores que podem influenciar a escolha da rota realizada, tal como existência ou não de ciclovias ou a inclinação das vias, como também a possível circulação com a trotinetas em vias com muito tráfego.

No caso de estudo, e como já foi mencionado, foi a partir das origens e destinos que se definiram os possíveis percursos realizados pela trotineta. Com recurso à ferramenta *Open Route Service* do programa QGIS, foram determinados os melhores percursos, tendo em consideração várias

características da rede viária e do modo de transporte. No caso dos modos suaves e ativos, a existência de ciclovia e as inclinações dos arruamentos são fatores importantes na escolha da melhor rota. Para o caso de estudo, não existindo a opção de trotinetas elétricas, os trajetos foram determinados tendo por base a bicicleta regular. O motivo da escolha pela bicicleta regular e não a bicicleta elétrica deve-se aos percursos que o QGIS iria escolher, isto é, ao escolher a bicicleta regular como modo de transporte, o programa define os percursos utilizando a ciclovia, o que não acontece quando se escolhe a bicicleta elétrica como modo de transporte. Em contrapartida, a bicicleta regular apresenta algumas diferenças dos modos elétricos como a velocidade máxima que esta pode atingir, dado que os modos elétricos conseguem atingir velocidades superiores. Por conseguinte, as durações dos percursos serão superiores às durações reais. Outro ponto que diferencia a bicicleta regular dos modos elétricos é a sua dificuldade nas subidas. Os trajetos foram também baseados tendo como preferência a rota mais rápida.

Relativamente às respostas dadas pelos utilizadores, foram recolhidas, de um total de 919 respondentes, 911 origens das quais 850 foram consideradas válidas, e 910 destinos dos quais 830 foram considerados válidos. Existiu alguma dificuldade no QGIS para determinar algumas origens e destinos, especialmente aquelas consistidas por apenas quatro dígitos do código postal, além de que o programa não permite definir percursos quando as origens e os destinos são iguais, e quando a origem não tem destino correspondente ou vice-versa, sendo que o número final de origens e destinos foi de 638. Quanto aos percursos, estes deveriam ser também 638, contudo, o QGIS não conseguiu determinar percursos para 5 pares origem-destino devido, mais uma vez, a serem compostos por 4 dígitos do código postal.

Nas figuras abaixo podem-se observar as localizações das origens (figura 4.13) e dos destinos (figura 4.14), proporcionados pelos respondentes no inquérito aos utilizadores. Aqui, é possível observar quais os pontos (origens e destinos) mais frequentados pelos utilizadores. Tanto nas origens como nos destinos existem 3 eixos/zonas onde se observa um maior número de apanha ou largada da trotineta: Parque das Nações, eixo junto ao Rio Tejo (Avenida Brasília) e um eixo central (desde o Campo Grande até ao Marquês de Pombal).

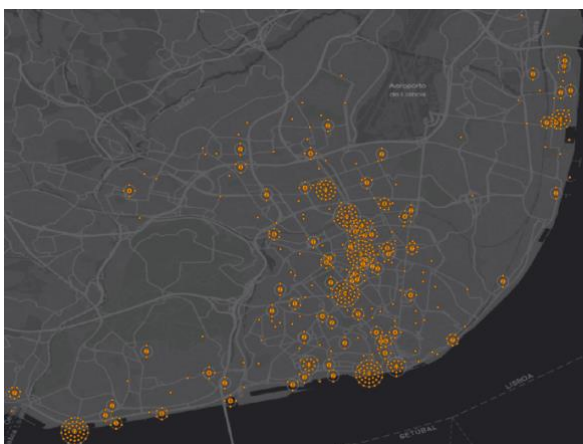


Figura 4.13 - Localização das origens dos percursos utilizando a trotineta partilhada

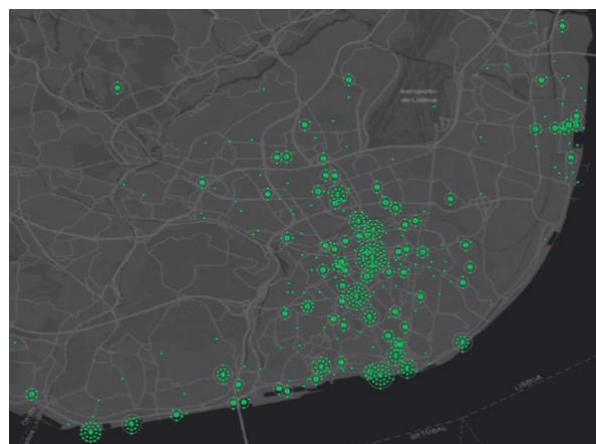


Figura 4.14 - Localização dos destinos dos percursos utilizando a trotineta partilhada

### 4.3.1 Padrões territoriais de utilização

Numa primeira fase pretende-se compreender os padrões territoriais de utilização da trotineta e, tendo em conta a análise de *clusters* previamente apresentada, sabe-se que existem dois tipos de utilizadores: os multimodais e os unimodais. Desta forma, fez-se uma separação das origens e destinos consoante o tipo de utilizador. Esta separação permitiu concluir primeiramente que existem mais respostas válidas (ou seja, em que a origem e o destino são diferentes) dos multimodais (59%) do que dos unimodais (41%). Tal pode acontecer dado que o motivo principal dos multimodais é “*commuting*” e dos unimodais é “*passar*”, onde por norma significa uma viagem curta em que origem e destino são na mesma área envolvente. Notou-se também que as origens e destinos mais comuns de ambos os *clusters* são pertencentes às três zonas/eixos assinalados anteriormente.

Comparando as origens mais comuns em ambos os *clusters*, pode-se afirmar que, na zona do Parque das Nações (figuras 4.16 e 4.19) os unimodais têm um maior número de origens concentradas na zona de lazer, ou seja, junto ao Centro Comercial Vasco da Gama e Altice Arena, que os multimodais. No eixo junto rio (figuras 4.17 e 4.20), os unimodais têm mais origens que os multimodais, tendo especial atenção aos pontos turísticos, neste caso o Padrão dos Descobrimentos e a Torre de Belém, onde existe uma grande concentração de origens dos unimodais, mais do que dos multimodais. Contrariamente, na zona do Cais do Sodré e Terreiro do Paço, existe uma maior concentração de origens dos multimodais que dos unimodais. Já no eixo Central (figuras 4.15 e 4.18), existem mais origens dos multimodais que dos unimodais. É de assinalar as áreas com pontos interface com outros modos de transporte, onde existe uma maior concentração de origens, tanto dos unimodais como dos multimodais, embora os multimodais sejam em maior número.

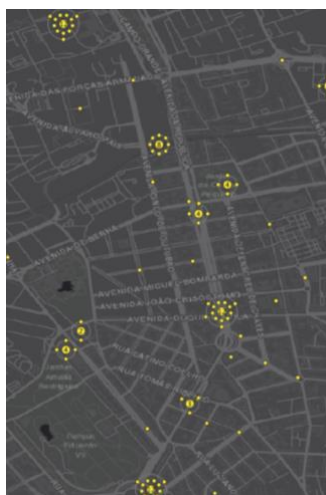


Figura 4.15 - Origens dos unimodais no eixo central

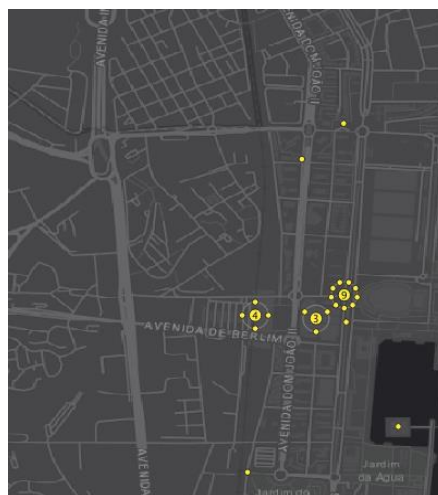


Figura 4.16 – Origens dos unimodais na zona do Parque das Nações

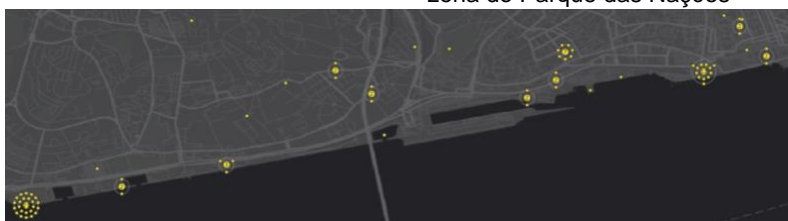


Figura 4.17 – Origens dos unimodais no eixo junto ao Rio Tejo

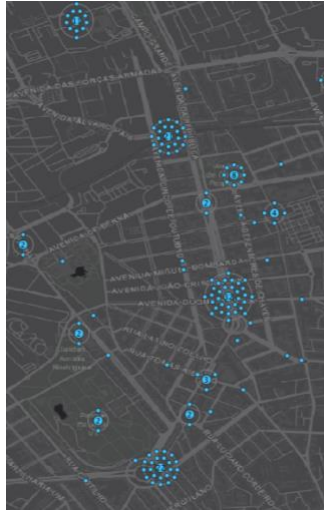


Figura 4.18 - Origens dos multimodais no eixo central

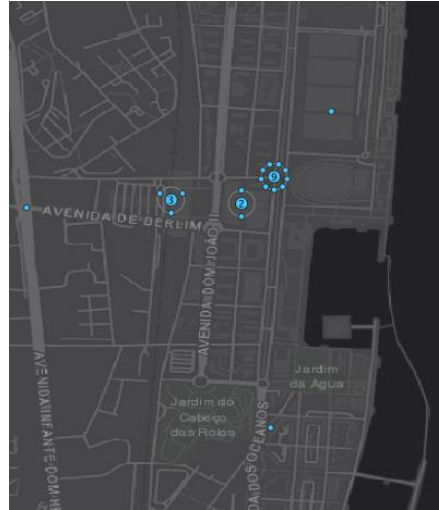


Figura 4.19 - Origens dos multimodais na zona do Parque das Nações

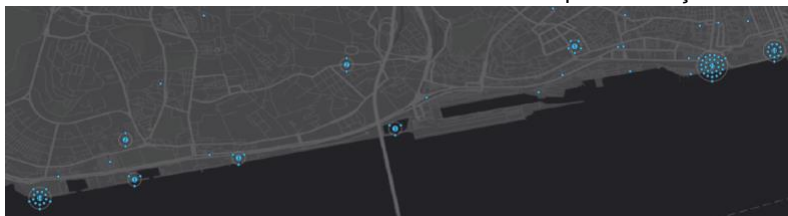


Figura 4.20 – Origens dos multimodais no eixo junto ao Rio Tejo

Já nos destinos mais comuns, na zona do Parque das Nações os multimodais têm uma maior concentração de pontos junto da Gare do Oriente, Centro Comercial Vasco da Gama e Altice Arena, enquanto que os unimodais têm mais destinos apenas nas zonas de lazer. No eixo junto ao rio, ambos os tipos de utilizadores têm uma quantidade semelhante de destinos e nas zonas de interface com outros modos - Cais do Sodré e Terreiro do Paço - existe, mais uma vez, um maior número de destinos dos multimodais. Quanto ao eixo central, sucede-se o mesmo comportamento que nas origens, ou seja, existem mais destinos dos multimodais que dos unimodais, novamente nos pontos de interface com outros modos. Salienta-se que no caso dos destinos, os unimodais têm um comportamento mais disperso, isto é, a localização dos destinos dada pelos unimodais é mais espalhada pela cidade que nas origens, onde é mais focada nas zonas/eixos de origens e destinos mais comuns.

Após análise das origens e destinos dos utilizadores das trotinetas, determinaram-se os percursos realizados com as trotinetas partilhadas. Na figura 4.21 são apresentados os possíveis caminhos que os respondentes utilizariam na sua viagem com a trotineta. Aqui é possível observar que os percursos mais utilizados (a cor mais carregada) são na zona do Parque das Nações, no eixo junto ao rio e no eixo central, dado que grande parte das origens e destinos se situavam nessas áreas. Adicionalmente, são zonas com presença de ciclovias e, portanto, existe grande afluência dos percursos nesses eixos. Além destas zonas/eixos destacados, existem algumas avenidas e ruas que contêm uma quantidade significativa de travessias, como a Avenida Duque de Ávila e Avenida Almirante Reis, entre outras, bem como um percurso paralelo ao eixo junto ao rio, consistido por vários arruamentos. Esses caminhos, exceto a Avenida Duque de Ávila, são ruas que não possuem ciclovia, tendo os utilizadores de usar a estrada ou o passeio durante a sua viagem.

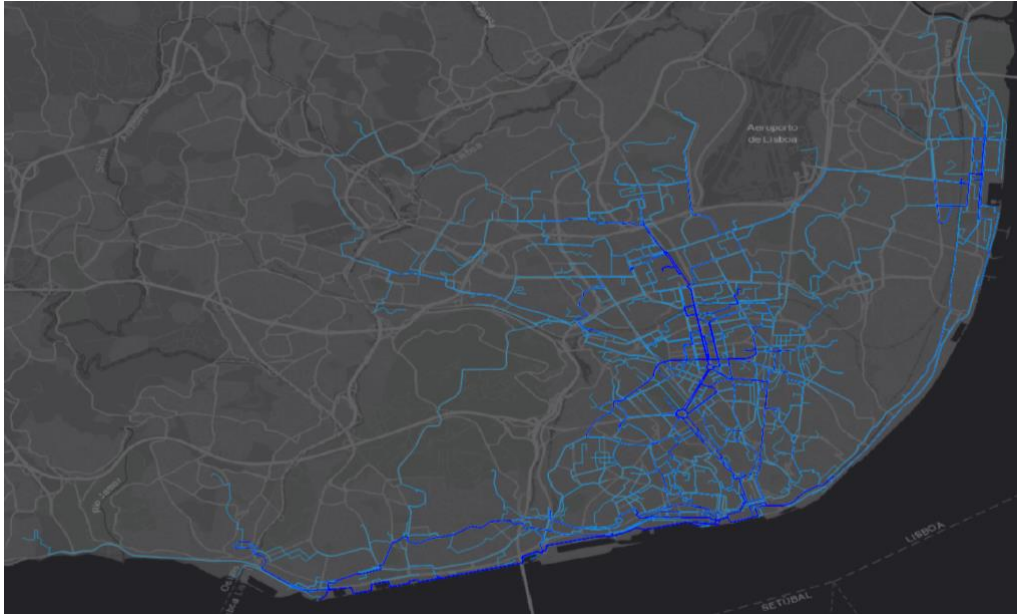


Figura 4.21 - Percursos que os utilizadores poderiam ter realizado com a trotineta

Comparando estes resultados obtidos com os percursos provenientes por estudos feitos às bicicletas partilhadas em Lisboa, como se pode ver na figura 4.22, verifica-se que os eixos mais utilizados são a zona do Parque das Nações e o eixo central (desde o Campo Grande até à Avenida da Liberdade), tal como sucede nas trotinetas elétricas. O eixo junto ao rio não é um dos eixos de utilização das bicicletas, pois estas precisam de docas para estacionar e nessa zona tal não existe.



Figura 4.22 – Percursos realizados com a bicicletas GIRA, em 2018

Após definidos os percursos com a trotineta partilhada, calcularam-se as distâncias entre cada origem e destino, e a duração que teria a viagem, se a viagem fosse realizada seguindo o trajeto determinado

pelo QGIS. Tendo em conta que o modo de transporte selecionado no programa foi a bicicleta regular, e sabendo que este admitiu uma velocidade média de 16Km/h, foi feita a relação da duração da viagem obtida pelo QGIS para uma duração em que a velocidade máxima permitida é de 25km/h.

Neste sentido, nos histogramas abaixo apresentam-se as distribuições das distâncias de cada viagem, por tipo de utilizador. No total são 633 viagens, onde 372 são realizadas pelos multimodais, e 261 são realizadas pelos unimodais.

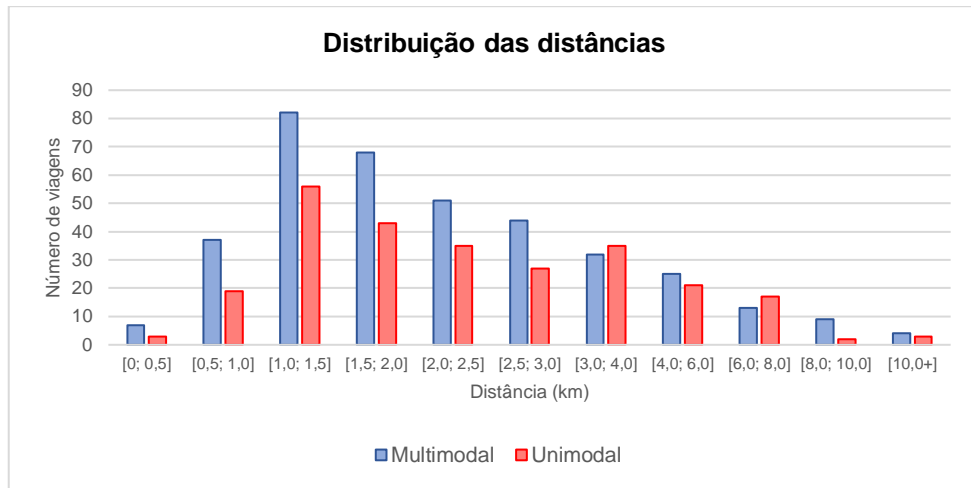


Figura 4.23 - Distribuição categórica das distâncias, por tipo de utilizador

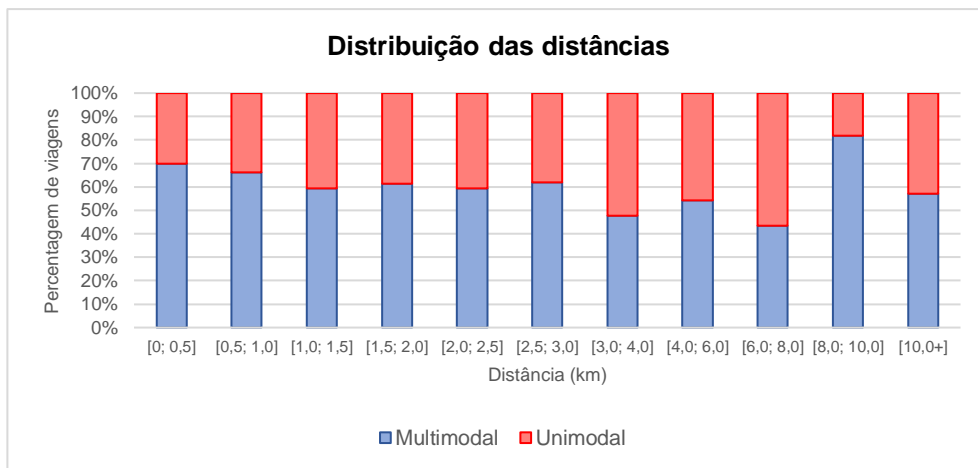


Figura 4.24 - Distribuição percentual das distâncias, por tipo de utilizador

A partir da análise do histograma na figura 4.23 observa-se que, em ambos os tipos de utilizadores, a maior quantidade de viagens realizadas percorre entre 1,0 a 1,5 km. Pode-se ver também que a distribuição dos dois *clusters* é bastante semelhante, onde a média de distância dos multimodais é 2,5km e dos unimodais é 2,7km, exceto na categoria dos 3km e os 4km onde existe um aumento de número de viagens nos unimodais em relação à categoria anterior. Nesse sentido, é perceptível que os multimodais realizam mais viagens de curta distância, sendo que mais de 50% das suas viagens são inferiores a 2km e 78% das suas viagens são inferiores a 3km. No caso do unimodais, 46% das suas viagens têm menos de 2km e 70% das mesmas são inferiores a 3km. Por outro lado, 28 viagens dos

unimodais têm mais de 5km, o que corresponde a 11% das suas viagens, e os multimodais contêm 33 viagens acima dos 5km, o que corresponde a 9% das suas viagens.

Complementarmente, na figura 4.24 é possível observar a proporção de cada categoria, consoante o tipo de utilizador, no total das 633 viagens. Como já foi mencionado, cerca de 59% do número total de respondentes pertence aos multimodais, e o restantes 41% pertencem aos unimodais, logo, a partir deste histograma pode-se afirmar que nas categorias com distâncias mais curtas – até 1km – existem mais viagens realizadas pelos multimodais, nas categorias intermédias – entre 1km a 3 km – a proporção entre multimodais e unimodais é muito similar, e nas categorias com distâncias mais longas, à exceção da categoria entre os 8 e os 10km, existem mais viagens realizadas pelos unimodais.

No que respeita os tempos de viagem, é visível na figura 4.25 que a maior quantidade de viagens dura entre 2 e 4 minutos, tanto para os unimodais como para os multimodais. Desta forma, tem-se que a duração média das viagens dos multimodais é de 6,05 minutos e dos unimodais é de 6,46 minutos, o que não constitui uma diferença muito relevante. Neste histograma é também observável que as distribuições de ambos os *clusters* são bastante idênticos. Pode-se ainda afirmar que 54% das viagens dos multimodais tem duração inferior a 5 minutos e que 81% das mesmas tem duração inferior a 8 minutos. Já nos unimodais, 51% das viagens tem duração inferior a 5 minutos e 77% das mesmas tem duração inferior a 8 minutos. É também de referir que 12% dos multimodais realiza viagens com duração superior a 10 minutos, e que 15% dos unimodais realizam viagens com duração superior a 10 minutos.

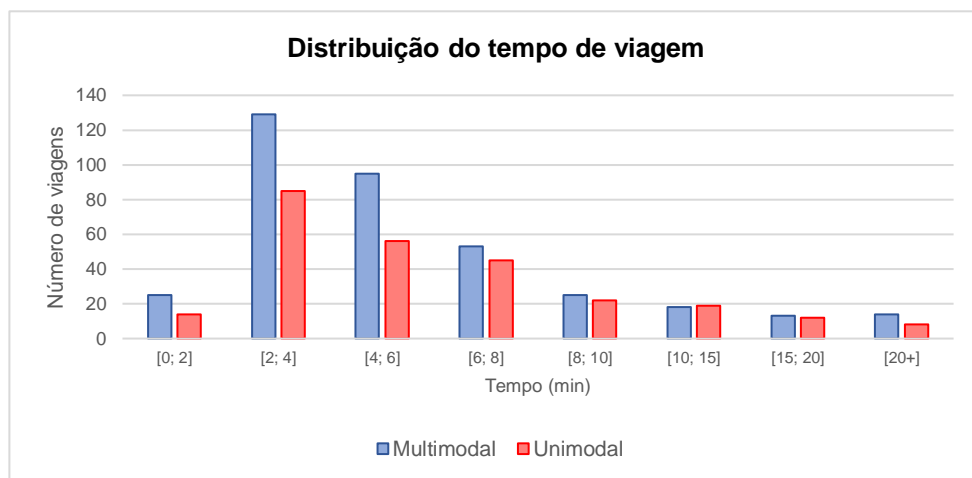


Figura 4.25 - Distribuição categórica dos tempos de viagem, por tipo de utilizador

Quanto à figura 4.26, é apresentada a proporção dos tempos e viagem, em cada *cluster*, na totalidade das viagens. Relembrando, mais uma vez, que a proporção entre tipos de utilizador é de 59% de multimodais e 41% de unimodais, neste gráfico pode-se notar que a distribuição por categoria dos tempos de viagens é equilibrada entre os dois *clusters*, embora os unimodais apresentem uma percentagem superior de viagens com durações entre os 6 e os 20 minutos.



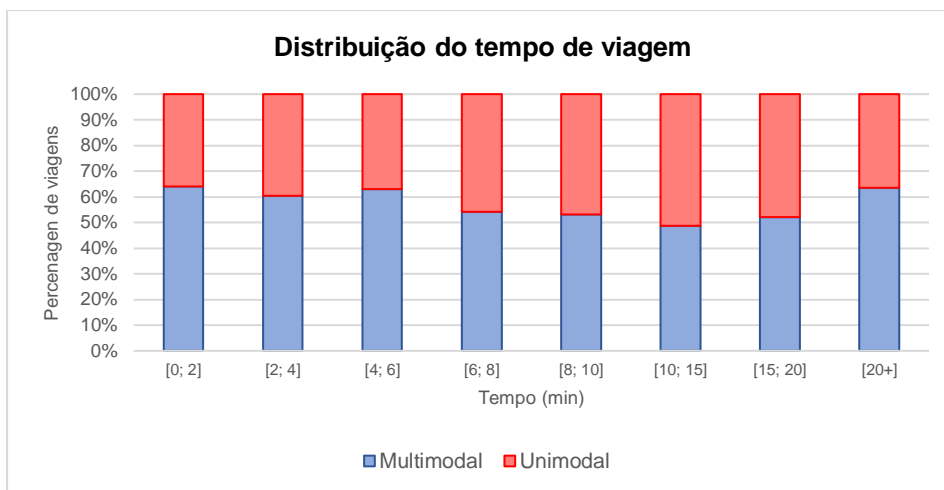


Figura 4.26 - Distribuição percentual dos tempos de viagem, por tipo de utilizador

Comparando também estes resultados com os obtidos em estudos às bicicletas elétricas, sabe-se que, em 2018, a distância média das viagens era de 2,22km, inferior à média das trotinetas e que a duração média das viagens era de 11 minutos, valor superior à duração das viagens com a trotineta.

Concluindo a análise aos percursos realizados pelos utilizadores, verifica-se que os multimodais realizam, por norma, as viagens mais curtas, em termos de duração e distância, e o unimodais realizam as viagens mais longas, o que é consistente com os resultados obtidos no que toca as rotinas diárias de deslocação: os multimodais utilizam mais do que um modo de transporte, incluindo a trotineta, que poderá servir como modo de “primeiro e último quilómetro”; os unimodais utilizam normalmente apenas um modo de transporte, e a trotineta tem como propósito o passeio, ou como único modo da viagem que o utente pretende realizar, o que poderá querer dizer que a viagem é mais longa.

Uma outra análise feita baseia-se na relação entre a distância da residência do utilizador e ponto de partida da sua viagem com a trotineta. A escolha pela origem e não destino deve-se apenas à quantidade de origens obtidas, que é superior à de destinos. Note-se que aqui não se tratam das origens válidas, ou seja, daquelas em que o destino e a origem são diferentes, mas sim de todas origens dadas pelos utilizadores em que foi possível determinar a localização no programa. Assim, tem-se 815 origens e 864 pontos de residência localizados no QGIS. A distâncias determinadas entre estes dois pontos são distâncias diretas e não segundo um percurso por estrada ou transporte público. Há também que ter em conta que alguns dos respondentes vieram a Lisboa em visita e, conseqüentemente, a sua residência será bastante distante de Lisboa. Nas figuras 4.27 e 4.28 encontram-se representadas as distribuições das distâncias, para cada tipo de utilizador.

Como é possível verificar no histograma da figura 4.27, existe uma maior frequência quando a distância entre a residência e a origem é inferior a 1km, excluindo as que a origem é a residência (distância igual a 0km). A segunda gama de distâncias com maior frequência para os multimodais é entre os 10 e os 15km, enquanto que para os unimodais é entre os 2 e 4km. A média das distâncias entre a residência e a origem de percurso para os multimodais é de 10,9km e para os unimodais é de 21,8km. Como referido anteriormente, existem alguns respondentes que não residem perto da cidade, como é o caso

de um utente pertencente ao *cluster* dos unimodais que não vive em Portugal Continental. Devido á grande distância entre a residência deste utilizador e a origem da sua viagem, a média das distâncias dos unimodais aumentou de 17,4km para 21,8km. Deste modo, é de relevância notar que existem muitos mais unimodais em que a distância da sua residência e da origem é superior a 30km, pois estes são quem não vive perto da Área Metropolitana de Lisboa.

Relativamente ao gráfico da figura 4.28, é de salientar primeiramente que 54% dos utilizadores são multimodais e 46% são unimodais. Deste modo, pode ser ver que nas três primeiras categorias a proporção entre *clusters* é bastante semelhante, onde já entre os 2km e os 8km pode-se verificar que a proporção de unimodais é superior à dos multimodais. Entre os 8 e o 20km tal já não se observa e, aqui, os multimodais têm uma percentagem superior de viagens que os unimodais. Nas gamas de distâncias superiores (distâncias maiores de 20km), observa-se que existem mais unimodais que multimodais.

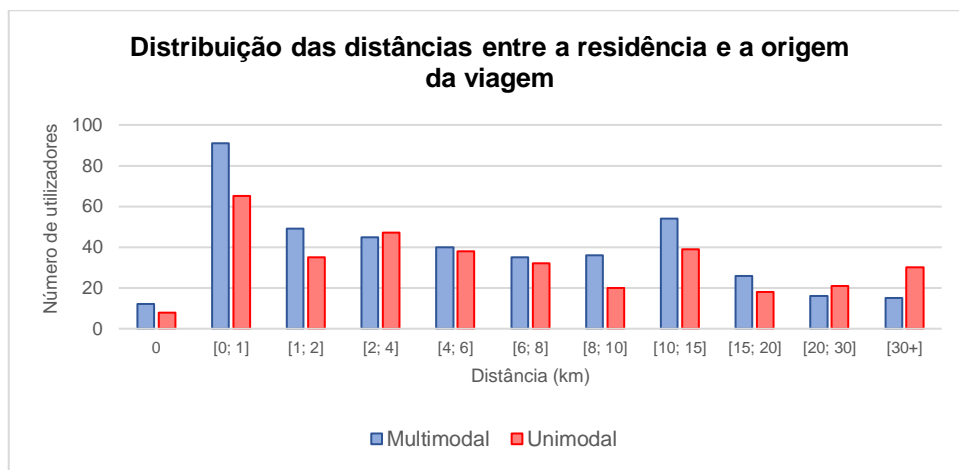


Figura 4.27 - Distribuição categórica das distâncias entre a residência e a origem, por tipo de utilizador

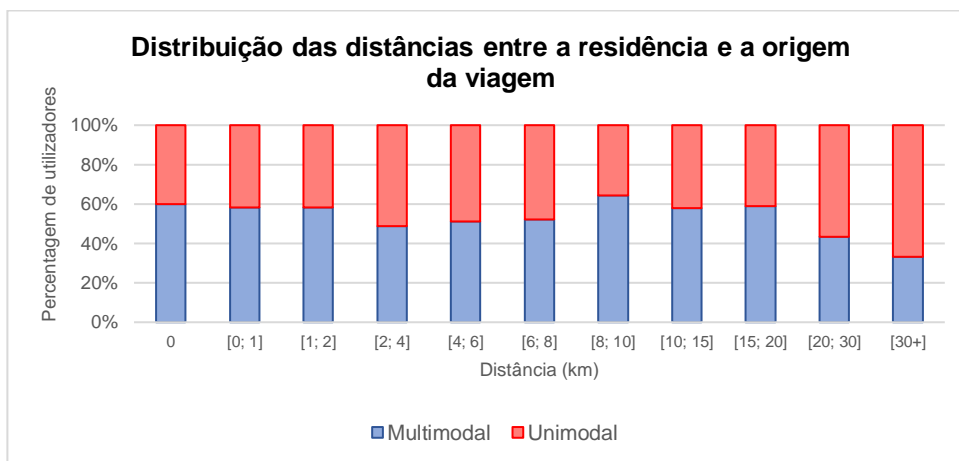


Figura 4.28 - Distribuição percentual das distâncias entre a residência e a origem, por tipo de utilizador

Com esta análise pode-se concluir que não existe um padrão por tipo de utilizador entre a área de residência e a origem da viagem com a trotineta, pois as variações por categoria de distância entre as residências dos utilizadores e as origens das suas viagens são pouco significativas.

### 4.3.2 Padrões de utilização multimodal (combinação com outros modos)

A segunda análise aos padrões de utilização designa-se a estudar os padrões multimodais, ou seja, a possibilidade de os respondentes utilizarem a trotineta elétrica partilhada como modo combinado com outros modos de transporte.

Dado que se trata de combinações de modos de transporte, esta análise será baseada nos respondentes pertencentes ao *cluster* dos multimodais. Em termos de estações de modos de transporte, foram tidas em conta todas as estações de metropolitano, barco e comboio, e os terminais rodoviários de Lisboa. Não foram contabilizadas as paragens de autocarro por toda a cidade, pois são muitos pontos espalhados por Lisboa e muitos dos pontos de origem e destino cedidos pelos inquiridos não são pontos com localização específica, podendo não haver um cruzamento entre origens e destinos e paragens fidedigno.

Na figura abaixo encontra-se a localização das variadas estações de transportes coletivos: os terminais rodoviários encontram-se representados pelos pontos a branco; as estações fluviais estão representadas pelos pontos a azul; as estações do metropolitano de Lisboa apresentam-se a verde; e as estações de comboio representam-se pelos pontos a vermelho.

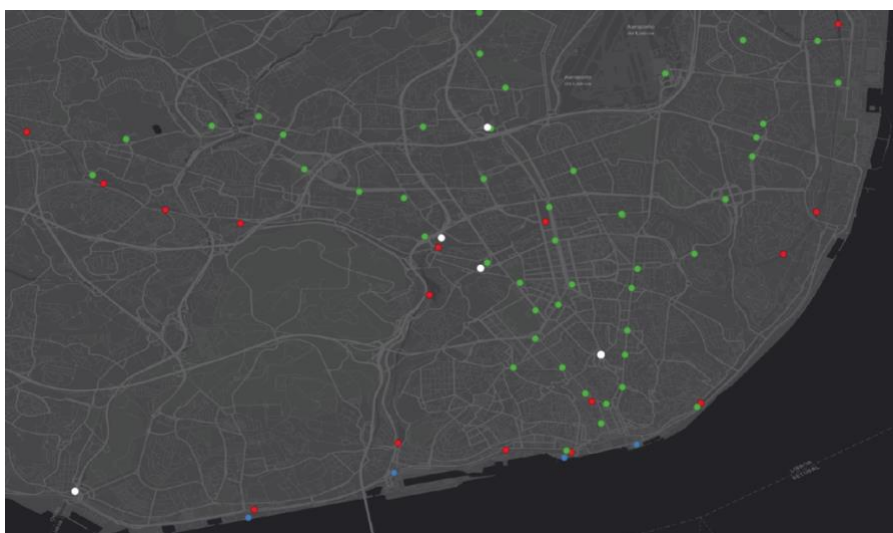


Figura 4.29 - Localização das estações de transportes coletivos, em Lisboa

De acordo com a respostas recolhidas no inquérito aos utilizadores, dos respondentes que integram os grupos dos multimodais, 434 afirmam que utilizam uma combinação de modos de transporte nas suas viagens regulares. Deste total, apenas 75 utentes responderam que utilizam a trotineta partilhada em combinação com os transportes públicos.

Através das localizações das origens e destinos dos utilizadores multimodais, nota-se que muitas delas são juntos ou perto de interfaces com outros modos. As figuras abaixo demonstram os pontos de origem e destinos, respetivamente, destes utilizadores que se situam na proximidade de interfaces de transportes coletivos. Num total de 377 origens, 201 encontram-se representadas na figura 4.30, e no caso dos 377 destinos, 185 encontra-se representados na figura 4.31.

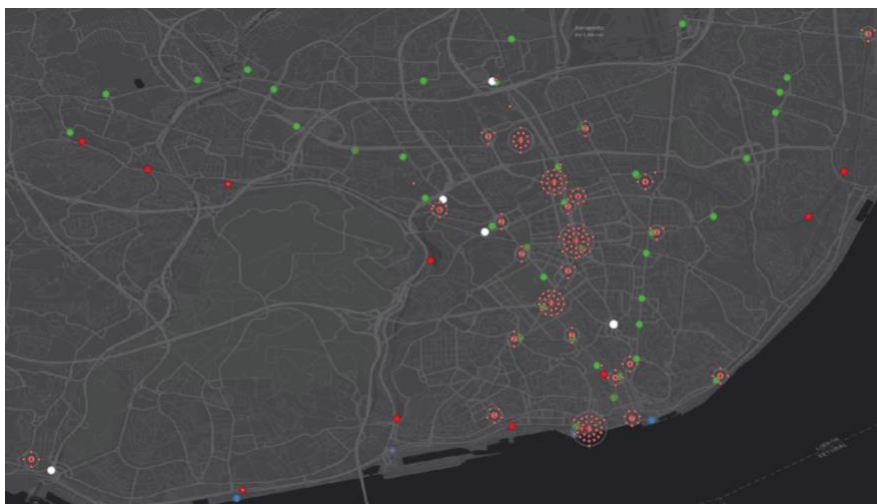


Figura 4.30 – Origens dos multimodas próximos de interfaces com outros modos

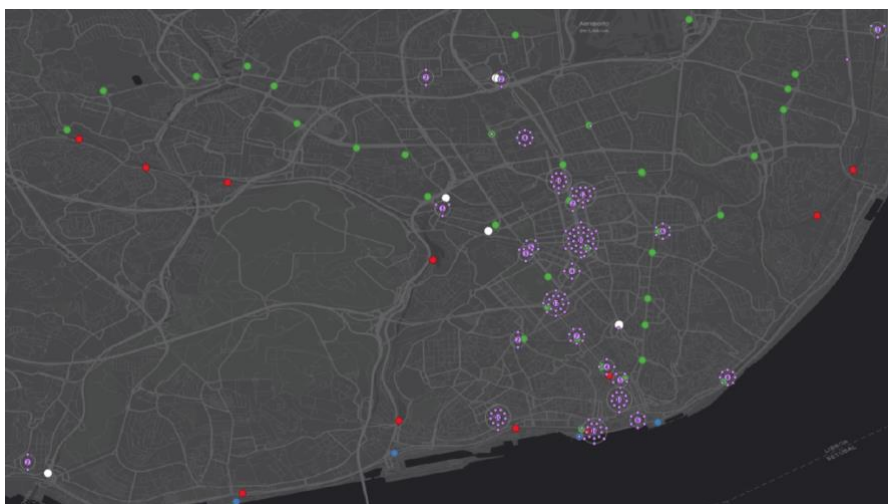


Figura 4.31 - Destinos dos multimodas próximos de interfaces com outros modos

Como é possível reparar nas figuras acima, a distribuição, tanto das origens como dos destinos próximos de interfaces de modos coletivos, é concentrada no eixo central da cidade, como a Avenida da Liberdade, Avenida Fontes Pereira de Melo e Avenida da República, focando-se particularmente no Saldanha e Praça Marquês de Pombal. Neste eixo o modo de transporte público principal é o metropolitano. Com também alguma significância, perpendicularmente à Avenida da República passa a linha de comboio, com algum foco nas estações de Roma-Areeiro, Entrecampos e Sete rios (estações complementares às estações de metropolitano). No eixo junto ao rio, a estação do Cais do Sodré é o foco principal, ponto que compreende 3 estações de modos de transporte coletivo. É também relevante identificar a estação de comboio de Santos, o terminal fluvial do Terreiro do Paço e o terminal rodoviário de Algés. Já na zona do Parque das Nações, o único ponto existente é a Gare do Oriente, que faz interface entre o metropolitano, a estação de comboios e terminal rodoviário do Oriente.

Neste sentido, pode-se concluir que existe uma possibilidade dos pontos de recolha e largada de trotinetas serem as estações de transporte público, podendo assim ter oportunidade de fazer parte de um trajeto que inclua a utilização de outros modos de transporte.

### 4.3.3 Padrões de estacionamento de trotinetas em Lisboa

Uma última análise aos padrões de utilização das trotinetas é relativa ao estacionamento das mesmas dentro da cidade. O tipo de estacionamento da trotineta partilhada é um dos assuntos complicados por resolver pois envolve dois lados: um positivo e um negativo. O lado positivo da trotineta ser do tipo *free-floating*, isto é, não necessitar de uma doca de acoplagem, garante à trotineta uma grande flexibilidade, podendo ser apanhada e largada em qualquer lado. O lado negativo deste tipo de estacionamento, é o estacionamento abusivo fora dos pontos de estacionamento (que não são docas de acoplagem, mas sim apenas um espaço específico para largada de trotinetas), que não são obrigatórios, e que estorvam muitas vezes a passagem dos peões, especialmente nos passeios.

Deste modo, esta análise incide no estudo das respostas dadas pelos utilizadores no inquérito relativamente à forma e/ou localização do estacionamento da trotineta, e na visualização das localizações dos destinos dos percursos e as localizações dos *hotspots* das trotinetas, definidas pela Câmara Municipal de Lisboa (Câmara Municipal de Lisboa, 2020). Nas figuras 4.32 e 4.33 apresenta-se a localização destes *hotspots* em toda a cidade, e a localização focada dos mesmos na zona das Avenidas Novas, área onde estes se encontram em maior concentração.

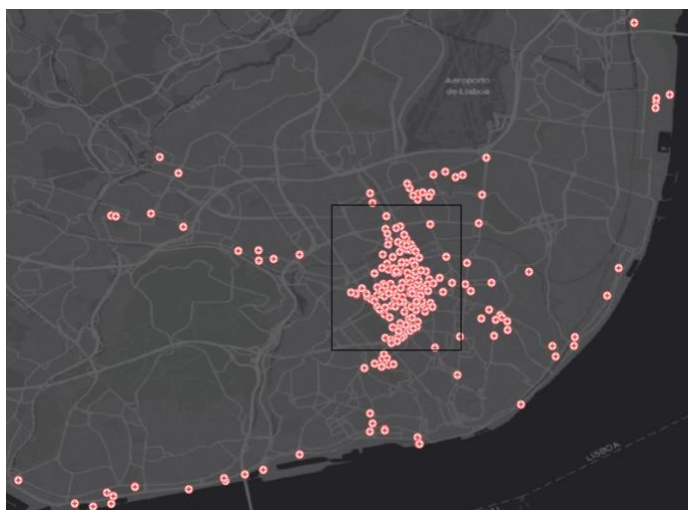


Figura 4.32 - Localização dos *hotspots* na cidade de Lisboa



Figura 4.33 - Localização dos *hotspots* na zona das Avenidas Novas

Relativamente à tipologia dos *hotspots*, estes diferenciam-se pelo espaço de estacionamento. Nas figuras seguintes apresentam-se os 3 tipos de *hotspots* existentes em Lisboa, e a sua localização: na via, representado a verde; no passeio, representado a azul; e num lugar de estacionamento, representado a castanho. Nessas mesmas figuras são também apresentados os destinos que se localizam próximos de cada tipo de *hotspot*.

Nestas figuras podem-se verificar então, a forma como os tipos de *hotspots* se distribuem na cidade. Na zona do Parque das Nações existem *hotspots* no passeio e na via, tal como no eixo junto ao rio. Já o eixo central contempla *hotspots* no passeio e em lugares de estacionamento, sendo que este último existe em maior concentração na zona das Avenidas Novas. Existem no total 221 *hotspots* em Lisboa,

sendo que a mais de metade (121) são em lugares de estacionamento. No passeio existem 87 *hotspots*, sendo que estes se encontram mais espalhados pelo resto da cidade. Na via é possível estacionar a trotineta em apenas 13 locais.



Figura 4.34 – Localização dos *hotspots* na via e destinos próximos dos mesmos



Figura 4.35 – Localização dos *hotspots* no passeio e destinos próximos dos mesmos

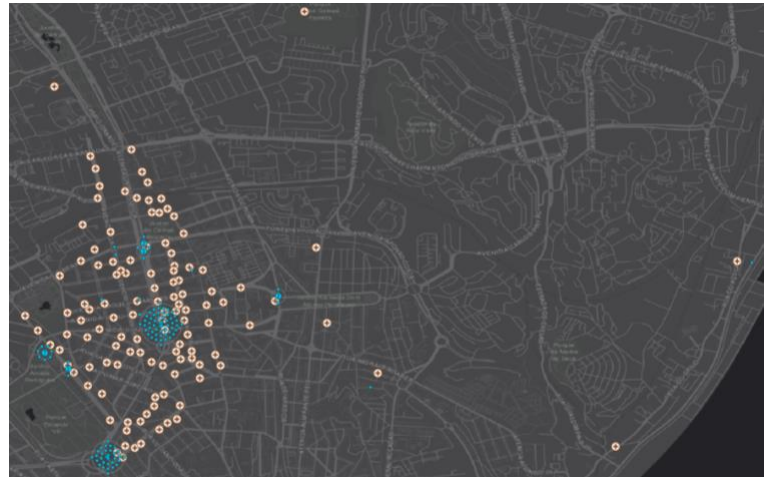


Figura 4.36 – Localização dos *hotspots* em lugar de estacionamento e destinos próximos dos mesmos

Cruzando as localizações dos destinos dos percursos, nota-se que alguns pontos têm a possibilidade de estacionar em diferentes *hotspots*, como é o caso da Praça Marquês de Pombal e o Saldanha. Considerando todas as possibilidades de estacionamento que cada utilizador tinha quando estacionou a trotineta, sabe-se que 10 utentes poderiam ter deixado a trotineta num *hotspot* na via, 84 poderiam ter estacionado a trotineta num *hotspot* no passeio e 101 tinham a possibilidade de estacionar num lugar de estacionamento.

Comparando estas localizações com as respostas dadas no inquérito aos utilizadores, quase 50% dos respondentes afirmou ter deixado a trotineta num lugar de estacionamento, enquanto que num total de 638 destinos válidos, apenas 101 utilizadores poderiam ter estacionado a trotineta num estacionamento. No que toca ao estacionamento da trotineta, há que ter em conta que poderá ter existido, por parte dos inquiridos, a intenção de dar uma resposta socialmente desejável, não se podendo dar grande relevância às respostas desta questão.

## 5 MODELAÇÃO DO COMPORTAMENTO DOS UTENTES DO SISTEMAS DE TROTINETAS PARTILHADAS

Como é sabido, as trotinetas elétricas partilhadas são um modo de transporte introduzido em Lisboa recentemente. Como tal, são desconhecidos os hábitos de utilização dos utentes deste modo. Por forma a compreender alguns comportamentos destes utilizadores face este novo transporte, definiram-se modelos que, através do programa BIOGEME, permitem calcular a probabilidade de escolha do utilizador dadas as várias alternativas.

Como explicado anteriormente, nesta análise são estudados dois modelos: o primeiro é referente ao motivo que levou o utilizador a usar a trotineta; e o segundo modelo é relativo aos vários modos que foram substituídos pela viagem com a trotineta.

No primeiro modelo o conjunto de escolha foi reclassificado sendo composto por 3 alternativas possíveis de motivos pela qual a trotineta foi utilizada: *commuting* (casa – trabalho e escola/universidade – casa), assuntos diversos (onde foi adicionada a resposta de “motivos de lazer”) e passear. As respostas relativas a “outro” foram excluídas do modelo. Da mesma forma, no segundo modelo também existiu uma reclassificação, como foi realizada nos capítulos anteriores, isto é, os modos de transporte foram categorizados em 4 grupos: a pé, modos suaves (bicicleta partilhada ou própria e trotineta própria), automóvel e/ou transportes públicos e outros (táxi ou motociclo). Ao contrário das análises previamente apresentadas, decidiu-se separar o grupo “modos ativos e suaves” em “a pé” e “modos suaves”, pois a opção “a pé” foi a mais escolhida no inquérito e achou-se pertinente estudar esta opção de escolha em separado.

De forma a determinar a probabilidade de escolha de cada opção de cada modelo, é necessário primeiramente definir as funções de utilidade que representam cada alternativa. Esta utilidade é baseada em atributos, tanto do decisor, neste caso o utilizador da trotineta, ou atributos da própria escolha. Ora, para decidir que atributos testar em cada utilidade, foram tidas em conta as correlações entre as variáveis de ambos os modelos. Há então que sublinhar que, tanto os motivos de utilização da trotineta como os modos substituídos pela viagem com a trotineta, apresentam variadas correlações com outras variáveis, mas não muito significativas, tendo havido alguma dificuldade em encontrar variáveis que traduziam influência na escolha do utilizador. Para o segundo modelo foram ainda incluídas variáveis relativas à distância e duração das viagens, entre a origem e destino, mas utilizando os modos substituídos (bicicleta, automóvel e a pé). Estes valores foram determinados a partir do programa QGIS, da mesma forma como foram determinados os percursos realizados com a trotineta, no capítulo anterior. Dado que o programa não determina o percurso entre viagens com origens e destinos iguais, os valores de distância e duração da viagem nesses casos, foi substituída por 0km e 0min, respetivamente.

## 5.1 Resultados dos modelos calibrados

O primeiro objetivo desta análise incide na deteção de atributos que influenciem o comportamento do utilizador a escolher entre as alternativas que lhe são disponibilizadas. Para tal, foram testados vários modelos, alterando os atributos que definiam as funções utilidade, tendo por base a correlação do atributo com a variável da utilidade em questão. Foi também tido em conta as variáveis que apresentavam correlações com mais do que um motivo ou modo e o sinal das mesmas.

A aceitação de cada modelo teve em consideração diversos indicadores, tais como o pseudo- $\rho^2$  (também conhecido como o  $\rho^2$  de *McFadden*) do modelo e o *p-value* do  $\beta$  associado a cada atributo, em cada modelo. Este pseudo- $\rho^2$  é calculado pela seguinte fórmula, apresentada na equação 5.1.

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)}, \quad (5.1)$$

onde  $LL(\beta)$  é a log-verosimilhança final do modelo e  $LL(0)$  é a log-verosimilhança inicial do modelo. Existe também uma relação entre o pseudo- $\rho^2$  dos modelos de escolha discreta e o  $R^2$  dos modelos de regressão linear. Esta relação diz que o pseudo- $\rho^2$  não evolui da mesma forma que o  $R^2$ , mas sim de forma logarítmica. Ou seja, quando o  $R^2$  é, por exemplo, 0,2, o valor correspondente do pseudo- $\rho^2$  é inferior, o que quer dizer que, um modelo de escolha discreta com um valor mais baixo de pseudo- $\rho^2$ , corresponde a um modelo com um valor mais elevado de  $R^2$ , tendo assim mais significância (Hensher, Rose and Greene, 2005).

Relativamente aos valores dos *p-values* dos  $\beta$  de cada atributo, acharam-se aceitáveis os  $\beta$  cujos *p-values* eram inferiores a 0,1, o que quer dizer que se aceitam os valores de  $\beta$  até um nível de significância de 90%.

Outro critério que foi tido em conta aquando a definição das funções utilidade foi o teste do rácio da verosimilhança (do inglês "*likelihood ratio test*"). Este teste, como já mencionado num capítulo anterior, verifica a significância dos parâmetros  $\beta$  individualmente, ou seja, são "corridos" dois modelos, um em que o  $\beta$  do atributo em teste é igual em todas as utilidades (modelo restrito) e outro modelo em que cada utilidade tem um  $\beta$  associado à utilidade em questão (modelo não restrito). De cada modelo retiram-se os valores da log-verosimilhança final e, utilizado a equação 3.5, compara-se o resultado obtido com o valor tabelado na tabela da distribuição Qui-Quadrado, em que o número de graus de liberdade é dado pela diferença entre número de parâmetros estimados dos dois modelos. Se o valor calculado através da equação 3.5 for inferior ao valor tabelado, significa que o modelo preferível é o modelo restrito, ou seja, o modelo em que os  $\beta$  têm o mesmo "peso" em todas as utilidades. Caso contrário, o modelo preferível é o modelo não restrito, em que os  $\beta$  associados a um atributo têm "pesos" diferentes consoante a utilidade.

Determinadas as funções utilidade e as probabilidades de escolha de cada alternativa em cada modelo, testou-se a validade destes modelos através de um teste de previsão. Como explicado no capítulo 3.3.3, estes testes são feitos tendo por base uma pequena porção da amostra total que, normalmente, compreender cerca de 20% da amostra. Neste estudo, e como descrito no capítulo 4.1, antes do fecho



do inquérito *online* foi retirado um certo número de respostas, com intuito de mais tarde, com o acumular de mais respostas, ser possível fazer um teste de previsão em que a amostra deste teste era composta pelas restantes respostas. Infelizmente, com o passar do tempo, não foi possível acumular a quantidade de respostas necessárias de modo a fazer os 20% da totalidade. Desta forma, e após o tratamento de respostas, a amostra utilizada para a determinação dos modelos é constituída por 919 respostas (número de utentes que afirma já ter utilizado a trotineta pelo menos uma vez), enquanto que a amostra utilizada para o teste de previsão, após tratamento das mesmas, é constituída por 47 respostas, que simboliza apenas 5% da totalidade de respostas ao inquérito.

No anexo B, encontra-se uma lista dos atributos que constituem cada utilidade e a sua designação na mesma.

### 5.1.1 Resultados do primeiro modelo – motivo da viagem com a trotineta

No primeiro modelo foram estudadas 3 funções utilidade, cada uma referente a 3 motivos de viagem diferentes. A primeira função utilidade, V1, diz respeito às viagens com a trotineta cujo origem e destino é casa – trabalho ou casa - escola/universidade, e vice-versa. Estas viagens são denominadas de “*Commuting*”. A função utilidade V2 é dada pela junção de dois motivos: “assuntos diversos” e “motivos de lazer”, dado que só existe um utilizador de afirma ter usado a trotineta com o motivo de lazer. Assim, esta utilidade é denominada “Diversos”. A função utilidade V3 é associado ao motivo “Passear”. Para esta análise excluíram-se quaisquer outros motivos, tendo uma amostra de 841 respostas.

Após várias iterações, optou-se pelas seguintes funções utilidade como produto final:

$$V1 = ASC_{Com} + \beta_{Freq_S} * Semana + \beta_{HP} * Hponta + \beta_{M_Comb} * ModoComb + \beta_{UsaAuto} * Auto + \beta_{Lisboa} * ViveLx \quad (5.2)$$

$$V2 = ASC_{Div} + \beta_{Adulto} * Adulto + \beta_{Faculdade} * Licen_Mestr + \beta_{Rendimentos} * Rendimentos + \beta_{Subs} * Subs \quad (5.3)$$

$$V3 = ASC_{Pass} + \beta_{Freq_M} * Mês + \beta_{FreqUmaVez} * Uma_Vez + \beta_{Passeio} * Passeio + \beta_{Feminino} * Feminino - \beta_{Lisboa} * ViveLx \quad (5.4)$$

Após correr o modelo com as funções utilidade acima apresentadas, obtiveram-se os valores dos  $\beta$  e das variáveis constantes (ASC) que se encontram na tabela abaixo. Note-se que se tomou como nulo o valor da variável constante da utilidade V2 ( $ASC_{Div}$ ).

Tabela 5.1 – Valores obtidos do modelo MNL testado

Nome	Valor	Erro padrão	t-test	p-value
$ASC_{Com}$	2,66	0,515	5,16	<<0,0001
$ASC_{Pass}$	1,69	0,58	2,92	0,00355
$\beta_{Adulto}$	0,608	0,164	3,7	0,000213
$\beta_{Faculdade}$	0,439	0,181	2,42	0,0154

$\beta_{Feminino}$	0,53	0,206	2,57	0,0102
$\beta_{Freq\_M}$	1,73	0,347	5	<<0,0001
$\beta_{Freq\_S}$	0,949	0,212	4,48	<<0,0001
$\beta_{Freq\_UmaVez}$	2,47	0,412	6	<<0,0001
$\beta_{HP}$	1,13	0,168	6,73	<<0,0001
$\beta_{Lisboa}$	0,477	0,102	4,67	<<0,0001
$\beta_{M\_Comb}$	-0,666	0,182	-3,65	0,000261
$\beta_{Passeio}$	0,557	0,299	1,86	0,0623
$\beta_{Rendimentos}$	0,207	0,0992	2,09	0,0367
$\beta_{Subs}$	2,42	0,447	5,41	<<0,0001
$\beta_{UsaAuto}$	-0,666	0,212	-3,15	0,00165

Este modelo apresenta uma log-verosimilhança inicial de -922,8343 e uma log-verosimilhança final de -741,3748, que resulta de um pseudo- $\rho^2$  de 0,197.

Dado este valor não tão elevado de pseudo- $\rho^2$  (embora tenha sido o valor mais alto obtido nas várias iterações), testou-se outro tipo de modelo, denominado “*Nested Logit Model*” (NL). Estes modelos funcionam da mesma forma que os modelos multinomiais (MNL), a exceção que as escolhas podem ser agrupadas num nicho (do inglês “*nest*”). No caso em questão, têm-se duas escolhas agrupadas num conjunto e outra escolha em separado. Com este tipo de modelo pretende-se compreender se existem efeitos não observados partilhados por duas escolhas e, caso este acontecimento seja verídico, o modelo apresentará melhores resultados podendo o valor do pseudo- $\rho^2$  ser melhor.

No caso de estudo, um dos modelos testados agrupa a escolha 1 (*commuting*) e a escolha 2 (diversos). Para formar este *nest* foi preciso associar um  $\beta$  que se designou de “N\_Passear”. Assim, na tabela 5.2 é possível observar os resultados obtidos por este modelo.

Tabela 5.2 - Valores obtidos do modelo NL testado

Nome	Valor	Erro padrão	t-test	p-value
ASC <sub>Com</sub>	3,52	0,783	4,49	<<0,0001
ASC <sub>Pass</sub>	3,24	0,94	3,44	0,000579
$\beta_{Adulto}$	0,702	0,216	3,25	0,00114
$\beta_{Faculdade}$	0,574	0,243	2,36	0,0183
$\beta_{Feminino}$	0,578	0,214	2,7	0,00692
$\beta_{Freq\_M}$	1,52	0,403	3,78	0,000158
$\beta_{Freq\_S}$	1,51	0,426	3,56	0,000378
$\beta_{Freq\_UmaVez}$	2,29	0,462	4,96	<<0,0001
$\beta_{HP}$	1,49	0,262	5,68	<<0,0001
$\beta_{Lisboa}$	0,504	0,114	4,41	<<0,0001
$\beta_{M\_Comb}$	-0,924	0,274	-3,37	0,000756

$\beta_{Passeio}$	0,527	0,307	1,72	0,0862
$\beta_{Rendimentos}$	0,276	0,135	2,05	0,04
$\beta_{Subs}$	3,21	0,668	4,81	<<0,0001
$\beta_{UsaAuto}$	-1,05	0,34	-3,1	0,00195
<b>N_Passear</b>	0,61	0,11	5,53	<<0,0001

Neste modelo, a log-verossimilhança inicial é de -2435,846 e a log-verossimilhança final é de -737,7544, resultando um pseudo- $\rho^2$  igual a 0,697, o que significa que o modelo triplicou a sua robustez.

Como é possível observar, os valores dos  $p$ -values de ambos os modelos são baixos, embora os  $p$ -values do modelo *nested* sejam inferiores ao modelo multinomial *logit*, tendo a maioria dos  $\beta$  um valor cujo nível de significância é superior a 99%. Não obstante, realizou-se um teste do rácio da verossimilhança, tal que o modelo restrito era então o modelo MNL, com o  $\beta$  “N\_Passear” é igual a 0, e o modelo não restrito é o modelo NL em que o  $\beta$  “N\_Passear” é diferente de 0. Após a realização dos cálculos necessários, conclui-se que o modelo não restrito era preferível, assegurando a certeza que o modelo *nested* era o melhor modelo final.

No tocante aos valores dos  $\beta$  finais, é de reparar que a maioria dos  $\beta$  possuiu sinal positivo, o que significa que quanto maior o valor do atributo associado a esse  $\beta$ , mais elevada será a utilidade em questão. Neste primeiro modelo, quase todos os atributos nas funções utilidade têm valores binários (1 se a resposta for positiva, 0 se a resposta for negativa), o que quer dizer que, por exemplo, se a pergunta é “utiliza um modo de transporte regularmente nas suas viagens do dia-a-dia?”, (atributo associado ao  $\beta_{M_Comb}$ ) a resposta “utilizo apenas um modo” terá o valor “1”, e a resposta “utilizo uma combinação de modos” terá o valor 0. No caso deste  $\beta$ , o sinal do valor é negativo, o que significa que quantos mais utilizadores responderem “apenas um modo”, pior será a utilidade onde este atributo atua. O mesmo sucede no  $\beta_{UsaAuto}$ : quantos utentes responderem que utilizam automóvel diariamente, pior será a utilidade onde este atributo está incluído.

Relativamente ao valor de  $\beta$  “N\_Passear”, este é inferior a 1 o que significa que, entre os dois grupos existentes - passear ou diversos e *commuting* - a utilidade do nicho “Não Passear” será multiplicada por o valor de  $\beta$ , concedendo à utilidade “Passear” uma preferência na escolha desse motivo.

Assim sendo, seguem-se as funções utilidade do modelo relativo aos motivos da viagem com a trotineta:

$$V1 = 0,61 * (3,52 + 1,51Semana + 1,49Hponta - 0,924ModoComb - 1,05Auto + 0,504ViveLx) \quad (5.5)$$

$$V2 = 0,61 * (0,702Adulto + 0,574Licen_Mestr + 0,276Rendimentos + 3,21Subs) \quad (5.6)$$

$$V3 = 3,24 + 1,52Mês + 2,29Uma_Vez + 0,527Passeio + 0,578Feminino - 0,504ViveLx \quad (5.7)$$

Considerando individualmente cada função utilidade, é possível constatar que a utilidade do motivo “*commuting*” é principalmente influenciada por características da viagem com a trotineta, como uma

maior frequência de utilização (semanalmente) e o horário de utilização ser durante as horas de ponta, aspetos que coincidem com uma utilização de forma utilitária, isto é, de casa para o trabalho ou vice-versa. Esta utilidade é também influenciada pelos padrões de mobilidade diária, que neste caso são a utilização de uma combinação de modos de transporte e a não utilização de automóvel nas viagens diárias (pois ambos os sinais destes  $\beta$  são negativos). Estes dois atributos correspondem a características de *commuters*, como foi observado na análise de clusters.

Já a utilidade V2, relativa a motivos diversos, é afetada por características socioeconómicas, como a idade ser superior a 35 anos, um grau de educação mais elevado (licenciatura ou mestrado) e rendimentos próprios também mais elevados, mas também pela utilização da trotineta em substituição de outro modo. Este atributo apresenta uma correlação positiva com o motivo “assuntos diversos” e constituiu um peso elevado na utilidade deste motivo, embora o possível modo substituído pela trotineta tenha sido a viagem a pé, como também observado na análise de clusters.

Quanto à utilidade do motivo “passear”, esta é definida por atributos relativos à viagem com a trotineta, como a menor frequência de utilização (mensal ou apenas uma vez) e o espaço de circulação com a mesma ser o passeio, mas também por características socioeconómicas como ser do sexo feminino e não viver em Lisboa que, mais uma vez, têm uma contribuição menos elevada que as características de utilização. A composição desta utilidade é interessante pois é constituída por atributos que têm menor número de respostas no inquérito, isto é, a maioria dos respondentes eram do sexo masculino e também maior número de utentes que afirmar utilizar a ciclovía para circular enquanto que o passeio é menos utilizado. No entanto, no que respeita os motivos, “passear” é um dos motivos mais seleccionados.

Note-se que as utilidades V1 e V3 possuem um atributo em comum, no entanto este atributo afeta a utilidade V1 de forma positiva, mas afeta a utilidade V3 de forma negativa. Isto quer dizer que se um utilizador de trotinetas viver em Lisboa, a sua utilidade V1 irá crescer enquanto que a sua utilidade V3 irá decrescer, algo que coincide com o motivo de utilização da trotineta, ou seja, um indivíduo que não viva em Lisboa não poderá realizar viagens casa – trabalho com a trotineta.

Definidas estas funções, é calculada a utilidade de cada motivo para cada indivíduo e, posteriormente, a probabilidade de escolha de cada indivíduo perante o conjunto de opções. Seguidamente, calcula-se a média de todas as probabilidades e, então, obtém-se a probabilidade de escolha de cada motivo perante a amostra em estudo. Neste sentido, na tabela 5.3 estão representadas tais probabilidades.

Tabela 5.3 – Probabilidades de escolha de cada motivo

Motivos (n=841)	$P_{in}$
<i>Commuting</i>	30,2%
Diversos	34,4%
Passear	35,4%

Por forma a validar o modelo desenvolvido, decidiu-se então realizar um teste de previsão. Tendo uma amostra total de 882 respostas, em que 841 foram utilizadas para a determinação das probabilidades de escolha, 41 respostas foram utilizadas como amostra de validação deste modelo. Assim, na tabela 5.4 encontram-se as probabilidades de escolha dadas pelo modelo ( $P_{in}$ ) e a percentagem das escolhas reais feitas pelos utilizadores ( $E_{in}$ ).

Tabela 5.4 - Probabilidades de escolha dadas no primeiro modelo e percentagens de escolhas reais

Motivos (n=841)	$P_{in}$	$E_{in}$
<i>Commuting</i>	30,2%	34,1%
Diversos	34,4%	31,7%
Passear	35,4%	34,1%

Como se pode observar na tabela acima, o número de respostas dadas pelos utilizadores na amostra usada para validação nos motivos *commuting* e passear é o mesmo (n=14) e, embora a diferença entre o número de respostas destes motivos e o número de respostas do motivo diversos seja de apenas 1 resposta (n=13), a percentagem em relação ao total é significativa, dado que a amostra é pequena. Todavia, pode-se afirmar que o modelo testado é um bom modelo que se aproxima da realidade, pois as diferenças entre as probabilidades obtidas e as respostas dadas pelos utentes não são muito diferentes, existindo no máximo uma diferença de 4%.

### 5.1.2 Resultados do segundo modelo – modos substituídos pela viagem com a trotineta

O segundo modelo trata os modos que foram substituídos pela viagem com a trotineta. Este conjunto de escolha é constituído por 4 alternativas, cada uma associada a uma utilidade. A utilidade V1 é relativa à substituição do modo “a pé” e a utilidade V2 é relativa à substituição de modos suaves, sejam eles a trotineta própria ou qualquer tipo de bicicleta. Já as utilidades V3 e V4 são referentes aos modos motorizados. A utilidade V3 é respeitante a substituição da utilização do automóvel (particular ou como passageiro) e quaisquer transportes coletivos, enquanto que a utilidade V4 é referente a modos como o táxi ou motociclo, próprio ou partilhado.

Assim, foram realizadas várias iterações de modo a encontrar um modelo com um pseudo- $\rho^2$  aceitável e  $\beta$  com *p-values* inferiores a 0,1. Neste processo, foram testados  $\beta$  relativos a atributos como a duração das viagens e distâncias das mesmas:  $\beta_{distância}$  e  $\beta_{tempo}$ . Tendo em conta que estes dois atributos não são atributos apenas associados ao decisor, mas também atributos que variam consoante a alternativa, foi realizado o teste do rácio da verosimilhança em ambos os  $\beta$ , por forma a compreender o valor do tempo e da distância que cada decisor dava a cada alternativa.

Abaixo encontram-se representadas as funções utilidade do modelo restrito (equação 5.8 a 5.11) e as funções utilidade do modelo não restrito (equação 5.12 a 5.15). Note-se que o valor da variável constante considerado como nulo é relativo à utilidade V4 ( $ASC_{Outros}$ ).

$$VR1 = ASC_{Ape} + \beta_{MaisDezMin} * PeMaisDez + \beta_{Passear} * Passear + \beta_{Jovem} * Jovem + \beta_{distância} * Dist_Walk + \beta_{Tempo} * Tempo_Walk \quad (5.8)$$

$$VR2 = ASC_{Suaves} + \beta_{Suaves} * Msuaves + \beta_{Distancia} * Dist_Suaves + \beta_{Tempo} * Tempo_Suaves \quad (5.9)$$

$$VR3 = ASC_{Auto_TP} + \beta_{Auto} * Auto + \beta_{TP} * TP + \beta_{Auto_TP} * Auto_TP + \beta_{Distancia} * Dist_Auto + \beta_{Tempo} * Tempo_Auto \quad (5.10)$$

$$VR4 = ASC_{Outros} + \beta_{Outros} * Outros + \beta_{Rendimentos} * Rendimentos \quad (5.11)$$

$$VU1 = ASC_{Ape} + \beta_{MaisDezMin} * PeMaisDez + \beta_{Passear} * Passear + \beta_{Jovem} * Jovem + \beta_{distância_{Ape}} * Dist_Walk + \beta_{Tempo_{Ape}} * Tempo_Walk \quad (5.12)$$

$$VU2 = ASC_{Suaves} + \beta_{Suaves} * Msuaves + \beta_{Distancia_Suaves} * Dist_Suaves + \beta_{Tempo_Suaves} * Tempo_Suaves \quad (5.13)$$

$$VU3 = ASC_{Auto_TP} + \beta_{Auto} * Auto + \beta_{TP} * TP + \beta_{Auto_TP} * Auto_TP + \beta_{Distancia_Auto} * Dist_Auto + \beta_{Tempo_Auto} * Tempo_Auto \quad (5.14)$$

$$VU4 = ASC_{Outros} + \beta_{Outros} * Outros + \beta_{Rendimentos} * Rendimentos \quad (5.15)$$

Dadas as funções utilidades dos dois tipos de modelos, na tabela abaixo encontram-se os valores dos  $\beta$  de cada modelo e o respetivo  $p$ -value.

Tabela 5.5 – Valores dos  $\beta$  e respetivos  $p$ -values para os modelos restrito e não restrito

Nome	Modelo restrito		Modelo não restrito	
	Valor	$p$ -value	Valor	$p$ -value
$ASC_{Ape}$	4,11	<<0,0001	4,05	<<0,0001
$ASC_{Auto_TP}$	0,947	0,00718	0,917	0,00977
$ASC_{Suaves}$	2,09	0,00314	2,17	0,00215
$\beta_{Auto}$	0,645	0,00458	0,659	0,00395
$\beta_{Auto_TP}$	0,913	0,00329	0,912	0,00361
$\beta_{Distancia}$	<b>0,0505</b>	<b>0,468</b>	-	-
$\beta_{Distancia_{Ape}}$	-	-	<b>-0,611</b>	<b>0,992</b>
$\beta_{Distancia_Auto}$	-	-	<b>0,197</b>	<b>0,142</b>
$\beta_{Distancia_Suaves}$	-	-	<b>0,159</b>	<b>0,678</b>
$\beta_{Jovem}$	0,382	0,0556	0,378	0,0599
$\beta_{MaisDezMin}$	0,455	0,0114	0,448	0,0128
$\beta_{Outros}$	1,42	0,00217	1,42	0,00231

$\beta_{Passear}$	0,324	0,133	0,352	0,107
$\beta_{Rendimentos}$	0,444	0,0971	0,442	0,0988
$\beta_{Suaves}$	0,978	0,006	0,98	0,00663
$\beta_{TP}$	0,947	0,00718	0,917	0,00976
$\beta_{Tempo}$	<b>-0,0121</b>	<b>0,00389</b>	-	-
$\beta_{Tempo\_APe}$	-	-	<b>0,0452</b>	<b>0,993</b>
$\beta_{Tempo\_Auto}$	-	-	<b>-0,0737</b>	<b>0,273</b>
$\beta_{Tempo\_Suaves}$	-	-	<b>-0,054</b>	<b>0,593</b>

Observando os valores dos  $\beta$  resultantes de cada modelo, e tendo especial atenção aos  $\beta$  relativos aos atributos tempo e distância, nota-se uma grande diferença de valores quando se parte os  $\beta_{Tempo}$  e  $\beta_{Distancia}$  consoante o modo substituído. No modelo restrito, estes  $\beta$  têm um peso pouco significativo nas utilidades, embora o *p-value* do  $\beta_{Tempo}$  seja inferior a 0,1. Note-se ainda que o  $\beta_{Distancia}$  tem um valor com sinal positivo, o que significa que quanto mais a distância entre a origem e o destino, maior será a utilidade do modo, e o  $\beta_{Tempo}$  apresenta um valor com sinal negativo, o que significa que quanto mais tempo demorar a viagem, menor será a utilidade do modo. A possível razão pela qual estes dois atributos possuem sinais diferentes é devido à sua correlação, pois a duração das viagens é calculada através da distância das mesmas. Assim, este modelo apresenta uma log-verosimilhança final de -700,0175 e um pseudo- $\rho^2$  igual a 0,42.

Quanto ao modelo não restrito, é de salientar a diferença entre sinais dos  $\beta_{Distancia}$  e  $\beta_{Tempo}$  do modo a pé e dos restantes modos, pois, enquanto que os  $\beta$  do modo a pé apresentam sinal positivo ou negativo, o sinal dos  $\beta$  dos restantes modos é contrário. Neste cenário, sublinha-se o valor do *p-value* dos  $\beta$  associados ao modo a pé, que é aproximadamente 1, o que significa que estes atributos não trazem nenhuma importância à utilidade do modo a pé. Este resultado é bastante interessante, pois sugere que a distância ou o tempo que demora desde a origem ao destino da viagem não tem qualquer influência na decisão de trocar a viagem a pé pela viagem com a trotineta. Um outro atributo que está associado à utilidade do modo a pé é o motivo “passear”, o que confere a não influência da duração e distância da viagem na utilidade deste modo. Assinala-se ainda os valores dos *p-values* dos  $\beta$  da distância e tempo associados à utilidade dos modos suaves, que são os mais baixos entre os restantes *p-values* dos  $\beta$  da distância e tempo, onde mesmo assim são superiores aos valores declarados como aceitáveis. Este modelo apresenta uma log-verosimilhança de -698,4132 e um pseudo- $\rho^2$  igual a 0,422, ligeiramente superior ao pseudo- $\rho^2$  do modelo restrito.

Nestes dois modelos foi então aplicado o teste do rácio da verosimilhança, em que o número de graus de liberdade é  $18 - 14 = 4$ , e onde tem-se:

$$-2 * (L(\beta_0) - L(\beta_1)) = 2 * (-700,0175 + 698,4132) = -2 * (-1,6043) = 3,2086 < 9,488$$

para um nível de significância de 95%. Assim, o modelo restrito é preferível.

Além deste modelo, foram também testados modelos em que, por exemplo, só o  $\beta_{Distancia}$  variava consoante o modo e o  $\beta_{Tempo}$  se mantinha igual em todas as utilidades, e vice-versa, mas o modelo restrito sempre se provou ser preferível aos modelos não restritos experimentados.

Dado que nos modelos acima apresentados os atributos do tempo e da distância são diretamente correlacionados, testaram-se modelos em que só um destes atributos era incluído nas funções utilidade. Desta forma, sendo que no modelo restrito o  $\beta_{Distancia}$  apresentava um *p-value* superior a 0,1 realizou-se um modelo tal que este  $\beta$  era igual a 0. Mantendo todas as variáveis do modelo restrito apresentado acima e excluindo o atributo “distância” de todas as utilidades, seguem-se as funções utilidade de cada modo substituído, inclusive os respetivos valores de  $\beta$ . Neste modelo, todos os  $\beta$  apresentam valores de *p-value* inferiores a 0,1 e o valor do pseudo- $\rho^2$  é igual a 0,42.

$$V1 = 3,71 + 0,465PeMaisDez + 0,341Passear + 0,371Jovem - 0,0109Tempo_Walk \quad (5.16)$$

$$V2 = 2,29 + 0,907Msuaves - 0,0109Tempo_Suaves \quad (5.17)$$

$$V3 = 1,01 + 0,64Auto + 1,01TP + 0,915Auto_TP - 0,0109Tempo_Auto \quad (5.18)$$

$$V4 = 1,45Outros + 0,448Rendimentos \quad (5.19)$$

Tal como foi realizado no modelo relativo aos motivos de utilização da trotineta, neste segundo modelo também foi testada a possibilidade de um modelo *nested* se adequar melhor a estas utilidades que um modelo multinomial *logit*. Dado que neste modelo estão definidas quatro utilidades, existem mais possibilidades de agrupamento das mesmas. Como tal, testaram-se modelos em que existiam dois nichos, cada um constituído por duas utilidades, e modelos em que só existia um nicho, constituído por duas utilidades. Dos variados modelos testados, destaca-se um modelo constituído por dois nichos, em que um nicho inclui as utilidades V1 e V2, denominado “Não motorizados” e o outro nicho incorpora as utilidades V3 e V4, denominado “Motorizados”. Neste modelo *nested* existiu alguma alteração nos *p-values* dos  $\beta$  do modelo MNL, aumentando dois deles para um valor superior a 0,1. Mesmo assim, o pseudo- $\rho^2$  deste modelo aumentou para 0,522 e a sua log-verosimilhança final foi de -699,3195.

De modo a comprovar se este modelo era de facto mais robusto que o modelo MNL, realizou-se o teste do rácio da verosimilhança entre estes dois modelos, onde o modelo MNL é assumido como o modelo restrito e o modelo NL é assumido como modelo não restrito. Visto que neste modelo NL as utilidades foram divididas em dois nichos, houve necessidade de criar dois  $\beta$  (“Motorizados” e “N\_Motorizados”), cada um associado a um nicho, da mesma forma como foi realizado no modelo NL do primeiro modelo analisado (motivos da viagem). Deste modo, no modelo restrito estes  $\beta$  são igualados a zero, enquanto que no modelo não restrito são diferentes de zero. O número de graus de liberdade é, portanto, igual a 2.

Executados todos os cálculos necessários para a realização do teste, determinou-se que o modelo restrito era preferível ao modelo não restrito, aceitando como modelo final o modelo MNL, cujas funções utilidade encontram-se apresentadas nas equações 5.16 a 5.19.



Analisando separadamente as funções utilidade deste modelo, tem-se que a utilidade V1, correspondente ao modo “a pé”, é influenciada por diferentes categorias de características analisadas no inquérito. O atributo com maior peso na utilidade é referente à utilização do modo “a pé” nos seus padrões de mobilidade diários (o indivíduo faz uma caminhada com duração superior a 10 minutos). Este atributo tem um peso positivo na utilidade, o que quer dizer que ao realizar parte do seu trajeto rotineiro a pé, implica uma maior possibilidade de trocar essa viagem a pé pela viagem com a trotineta. O atributo “passear” é relativo aos motivos das viagens e, tendo sinal positivo, significa que a escolha da utilização da trotineta com o intuito do passeio influencia a troca da viagem a pé pela trotineta. A significância deste atributo nesta utilidade, acrescentando a insignificância dos atributos relacionados com a distância da viagem e duração da mesma na análise feita anteriormente, leva a associar este tipo de viagens, em que o motivo da mesma foi passear e o modo substituído foi “a pé”, como uma viagem gerada. Nesta utilidade V1 é também tido em conta a idade do utilizador, até aos 25 anos, e o tempo da viagem a pé, que tem uma influência negativa, o que significa que quanto mais demorada for a viagem, embora este atributo tenha um peso muito inferior aos restantes atributos que definem a função utilidade.

Em relação à utilidade V2, esta é associada à substituição dos modos suaves por outro modo suave, e é principalmente afetada por quem utiliza modos suaves nas suas viagens rotineiras. Mais uma vez, a duração da viagem com esses modos gera uma influência negativa na utilidade, embora muito menor.

No que toca a utilidade V3 é relativa à substituição da viagem com automóvel, particular ou como passageiro, e de transportes coletivos. Repare-se que esta utilidade é basicamente influenciada pelos modos utilizados nas viagens do dia-a-dia, desde que nestas estejam incluídos o automóvel, os transportes públicos ou uma combinação destes dois modos. O atributo com maior peso nesta utilidade é referente à utilização dos transportes públicos, enquanto que o peso do atributo relativo à utilização do automóvel é metade do peso do atributo relativo aos transportes públicos. Esta discrepância entre pesos pode estar relacionada com o número de respondentes que afirma utilizar o automóvel como modo de transporte diário, mas quando se trata do modo de transporte substituído pela trotineta, existem poucas respostas no modo “automóvel”. Além disso, mais de metade dos utilizadores que afirmam ter gerado uma viagem com a trotineta (isto é, se não tivessem utilizado a trotineta não teria realizado a viagem) são também quem utiliza o automóvel como modo principal nas viagens diárias. O atributo associado ao tempo de viagem de automóvel, entre a origem e destino, tem a mesma influência nesta utilidade como nas utilidades discutidas anteriormente.

Já a utilidade V4, referente a outros modos de transporte não analisados nas utilidades anteriores, ou seja, táxi ou qualquer tipo de motociclo, é apenas influenciada por quem utiliza esses mesmos modos nas suas viagens regulares, e também pela característica socioeconómica relacionada com os rendimentos próprios. Tendo este atributo sinal positivo, significa que quanto melhor for a qualidade de vida do utilizador (maiores rendimentos), maior será a utilidade deste modo.

Determinada as funções de utilidade finais, é calculada a utilidade de cada modo de transporte, a cada utilizador e, seguidamente, a probabilidade de cada utilizador escolher cada modo de transporte. Por

fim, é calculada a média destas probabilidades. Na tabela 5.6 podem-se encontrar estes valores, resultantes do modelo acima descrito.

Tabela 5.6 - Probabilidades de escolha de cada modo de transporte

Modos substituídos (n=829)	$P_{in}$
A pé	71,9%
Modos suaves	10,1%
Automóvel e transporte público	14,5%
Outros	3,5%

Tendo em conta que no inquérito, o modo “a pé” apresenta um elevado número de respostas, seria de esperar que este também apresentasse a maior probabilidade de escolha. Opostamente, a opção “outros” é a que apresenta menor número de respostas e, conseqüentemente, também a menor probabilidade de escolha entre todas as alternativas.

Por fim, com o intuito de validar este modelo, realizou-se um teste de previsão. A amostra total é constituída por 870 respostas, onde 829 respostas foram utilizadas para a definição do modelo e cálculo das probabilidades de escolha. Do total, sobram 41 respostas que foram utilizadas como amostra de validação deste modelo. Assim, na tabela 5.7 encontram-se as probabilidades de escolha dadas pelo modelo ( $P_{in}$ ) e a percentagem das escolhas reais feitas pelos utilizadores ( $E_{in}$ ).

Tabela 5.7 - Probabilidades de escolha dadas no segundo modelo e percentagens de escolhas reais

Modos substituídos (n=829)	$P_{in}$	$E_{in}$
A pé	71,9%	73,2%
Modos suaves	10,1%	7,3%
Automóvel e transporte público	14,5%	14,6%
Outros	3,5%	4,9%

A partir da tabela acima é possível afirmar que, embora a amostra do teste de previsão contenha apenas 5% das respostas totais, as percentagens obtidas por esta são bastante próximas das probabilidades de escolha dadas pelo modelo. Pode-se assim alegar que o modelo realizado é um bom modelo, e que se aproxima da realidade, uma vez que a diferença máxima entre as probabilidades obtidas e as escolhas reais é de 3%.

## 5.2 Discussão dos resultados e implicações de política

Dados os dois modelos acima definidos e as respectivas funções de utilidade, é possível compreender que fatores influenciam as escolhas dos utilizadores no que toca a razão de utilização da trotineta e que modo de transporte poderá ser substituído pela trotineta. Ao analisar estas funções utilidade, podem-se dividir os atributos pertencentes a estas utilidades em três categorias: características socioeconómicas, características da viagem com a trotineta, características das viagens regulares.

Em termos de características socioeconómicas, têm-se atributos como a idade, o local de residência, o género, o grau de educação e os rendimentos próprios. Estes atributos fazem parte da caracterização do utilizador como indivíduo e, infelizmente, não há nenhuma mudança que se possa fazer que afete estes atributos. Excepcionalmente, no caso dos rendimentos próprios, e tendo em conta que este atributo apresenta uma influência positiva nas utilidades onde se encontra atribuído, (querendo dizer que quanto maior os rendimentos do indivíduo, maior a utilidade em questão) uma diminuição nos preços de utilização das trotinetas partilhadas poderá afetar a forma como este atributo atua na utilidade do motivo “diversos”.

Relativamente às características da viagem com a trotineta, os atributos que se enquadram nesta categoria são a frequência de utilização (semanalmente, mensalmente ou só uma vez), o horário de utilização, se substituiu a sua viagem pela viagem com a trotineta (apenas no modelo relativo aos motivos de utilização), o espaço de circulação e o motivo da viagem com a trotineta (apenas no modelo relativo aos modos substituídos pela trotineta). Tendo em conta que se trata de atributos relacionados com a utilização da trotineta, existe a possibilidade de que algumas mudanças em aspetos das trotinetas possam afetar os estes atributos, de forma a alterar a utilização da trotineta. No caso da frequência de utilização, o modelo relativo aos motivos de utilização mostrou que quanto maior a frequência, maior a utilidade do motivo “*commuting*”, e quanto menor a frequência, maior a utilidade do motivo “passar”. Ora, pretende-se que a população utilize as trotinetas nas suas viagens diárias, em substituição aos veículos motorizados, logo, ao aumentar a frequência de utilização, maior poderá ser a probabilidade de os utentes utilizarem a trotinetas para *commuting*. Um dos incentivos que poderá aumentar esta frequência é, mais uma vez, a diminuição dos preços de utilização da trotineta, visto que esta foi o maior problema levantado pelos respondentes ao inquérito. Nesta linha de pensamento, a existência de um passe mensal também poderia aumentar a taxa de utilização por indivíduo. Quanto ao espaço de utilização da trotineta, a forma de reduzir a utilização do passeio é existência de mais ciclovias, especialmente em zonas bastante utilizadas por ciclistas ou utentes das trotinetas, com por exemplo, o eixo junto ao Rio Tejo. Relativamente ao horário de utilização, este está diretamente relacionado com o motivo pela qual se utilizam as trotinetas, sendo que ao promover a utilização da trotineta para *commuting*, esta será mais utilizada no período da manhã e fim da tarde. No entanto, poderão ser feitos incentivos apelando à população a utilizar a trotineta mais durante estes períodos do dia, como por exemplo, diminuição do preço por minuto durante as horas de ponta, ou oferta dos primeiros minutos da viagem, se esta for realizada neste horário. Quanto à substituição, ou geração de

viagens pela trotineta, este é um atributo que pode depender do modo que poderá ser substituído e do motivo da realização da viagem, sendo este o grande desafio das trotinetas partilhadas.

É de importância referir que, inicialmente, antes de se ter os dados do inquérito, estava planeado realizar-se um modelo de escolha direta binário, ou seja, com apenas duas alternativas no conjunto de escolha, relativo à substituição ou geração de viagem com a trotineta, dado que a ideia inicial era que as trotinetas eram utilizadas especialmente para passear, e que tal indicava geração de viagem. No entanto, os respondentes afirmam que fariam na mesma a viagem sem a trotineta, e o modo predileto substituído é o “a pé”. Ao estudar-se os modos substituídos pela trotineta, notou-se que alguns dos atributos que influenciavam a escolha por este modo mostraram que, embora alguns utentes substituíram a viagem a pé pela trotineta, é como se essa viagem fosse uma viagem gerada. Por outro lado, na função utilidade deste modo, o atributo “caminhar mais de 10 minutos” é também importante. De acordo com a análise de *clusters*, esta variável é comum nos utilizadores que utilizam uma combinação de modos, e que o motivo da viagem com a trotineta é “*commuting*” e, opostamente, o motivo “passear” pertence a outro *cluster*. Neste sentido, era de interesse realizar uma filtragem nas respostas do inquérito, separando quem realizou a viagem para passear, o modo substituído foi o “a pé” e a origem e o destino são iguais, assumindo que estas viagens são como viagens geradas.

Já em relação às características das viagens regulares, os atributos que constituem esta categoria são relativos aos modos utilizados diariamente, sejam eles o automóvel, os transportes públicos, os modos suaves, o “a pé”, táxi ou motociclo, e também se é utilizado um só modo, ou uma combinação de modos. Nesta categoria insere-se também os atributos referentes ao tempo de viagem entre a origem e o destino, de cada modo que foi substituído. No que toca as utilidades do modelo referente aos motivos, a utilização de um só modo nas viagens regulares e a utilização do automóvel são prejudiciais para a escolha deste motivo. Contrariamente, a utilização de cada modo aumenta a utilidade do modo substituído, respetivamente, o que é coerente, visto que quanto mais se utiliza um modo, maior a probabilidade desse modo ser substituído. Nestes casos, dados que a escolha do modo de transporte que um indivíduo usa regularmente depende das características desse indivíduo, local de residência, local de trabalho, entre outras, não há mudança que se possa aplicar para que estes atributos se alterem.

Não tendo sido analisado nestes modelos, por não ter influência nas alternativas estudadas, salienta-se o estacionamento das trotinetas. A mudança da forma como as trotinetas se encontram estacionadas e a distribuição das mesmas pela cidade poderá influenciar a utilização das mesmas, especialmente nas áreas mais afastadas do centro da cidade. São nessas áreas onde se localizam a maior parte das residências e a expansão dos *hotspots* das trotinetas para as zonas residenciais e construção de ciclovias nas mesmas, poderia levar as pessoas que vivem nessas áreas e trabalham no centro da cidade a utilizar a trotineta nas suas viagens regulares. Além disso, a não existência de *hotspots* juntos das residências de alguns respondentes foi o que os levou a deixar de utilizar os sistemas de trotinetas partilhadas.

## 6 CONCLUSÕES

As trotinetas elétricas partilhadas chegaram a Lisboa com o objetivo de melhorar a micromobilidade, substituindo o uso de veículos motorizados dentro da cidade, especialmente quando se trata de distância curtas. Além disso, a sua utilização pode combater o aumento na poluição, no caso de emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, e reduzir o espaço ocupado por estacionamento para automóveis, visto que estas são de muito menores dimensões. No entanto, a situação atual não é exatamente a esperada. Os grandes problemas que se observam na cidade incluem a ocupação do passeio pelas trotinetas para circulação e estacionamento, obstruindo a passagem dos peões, e que são principalmente utilizadas para passear, não cumprindo o seu objetivo.

A atual dissertação incorpora três principais objetivos:

- Definição dos tipos de utilizadores de trotinetas elétricas partilhadas;
- Determinação dos padrões de utilização deste modo;
- Análise ao comportamento dos utentes das trotinetas partilhadas.

Por forma a concretizar estes objetivos, realizou-se um inquérito aos utilizadores das trotinetas elétricas partilhadas. Este inquérito reuniu um total de 1724 respostas, onde inicialmente só se contabilizou 1643 respostas das quais apenas 919 foram as respostas consideradas para os estudos seguintes. Em termos de utilização da trotineta, as primeiras conclusões foram que o motivo de utilização principal é, portanto, o passeio, tal como o esperado, e também que o local preferido de estacionamento é o espaço próprio para tal, ter sido afirmado por quase metade dos respondentes, constatação que não é a esperada, dado os acontecimentos observados.

O primeiro estudo foi constituído por uma análise de *clusters* que serviu para definição dos tipos de utilizadores. Em suma, foram determinados dois tipos de utilizadores, denominando-se por “unimodais” e “multimodais”, visto que a principal variável nesta análise é relativa à utilização de um só modo ou uma combinação de modos de transporte, nas viagens diárias. Esta análise permitiu perceber quais as características que definem os utilizadores das trotinetas, onde se conclui que o que distingue os utilizadores são os modos que utilizam no dia-a-dia, para ir trabalhar, ou para ir para escola/universidade. Na análise de *clusters* consegue-se perceber que as principais variáveis relativas à utilização das trotinetas (frequência de utilização, motivo) apresentam menor importância na definição dos tipos de utilizadores, o que leva a pensar que a trotineta é como se fosse um complemento, e que a decisão de utilizar a trotineta não foi premeditada, mas sim ocasional.

Comparando com as opções mais escolhidas quando se questiona “porque é que decidiu utilizar a trotineta elétrica?”, as respostas mais comuns incidiam na rapidez da trotineta, porque a pé seria mais demorado, pelo gosto de andar de trotineta e porque o utente quis experimentar o sistema. Neste sentido, tem-se que, de certa forma, o utilizador escolheu a trotineta por motivos de ocasião.

O segundo estudo foi baseado numa interpretação visual e espacial das origens e destinos dados pelos respondentes do inquérito. Com o intuito de compreender os padrões de utilização dos utentes,

localizaram-se as origens e destinos no mapa de Lisboa, onde foram determinados os possíveis percursos realizados e a distância e duração dos mesmos. Daqui, pode-se observar que existem três zonas/eixos principais onde é feita a apanha e largada da trotineta, que são a zona do Parque das Nações, o eixo junto ao Rio Tejo, e um eixo central, localizado nas avenidas entre o Marquês de Pombal e o Campo Grande. Em ambos os dois tipos de utilizadores definidos, estas zonas/eixos são os principais origens e destinos, embora se note alguma diferença entre o número de origens e destinos na zona do Parque das Nações e eixo junto rio, mais destinado a lazer, e no eixo central, mais designado como zona de escritórios. Em termos de distâncias e durações das viagens, a maioria das viagens tem uma distância inferior a 2km e uma duração inferior a 5min, podendo assim se dizer que as trotinetas são realmente utilizadas, normalmente, para curtas distâncias, desempenhando parte do seu papel na micromobilidade.

Neste ponto poderia também ter interesse conhecer as linhas de desejos entre origens e destinos, ou seja, conhecer a direção do movimento de cada viagem. Nos percursos determinados não é possível perceber qual é o ponto de origem e qual é ponto de destino de cada viagem. Poderia ser interessante realizar uma malha em Lisboa, por exemplo, por freguesias, e definir uma matriz origem – destino entre as zonas definidas. No estudo em questão chegou-se de determinar as linhas de desejos entre as origens e destinos, individualmente, mas infelizmente, como são muitos pontos, não foi possível distinguir as linhas, nem as direções entre as origens e destinos, e por isso optou-se por não incluir na análise realizada.

Neste segundo estudo foi também analisado a possibilidade destas viagens com as trotinetas terem sido realizadas como “primeiro ou último quilómetro” da viagem. Tal significa a utilização das mesmas em combinação com outros modos. Assim, foram analisadas as origens e destinos que se localizam próximas de estações intermodais, mas apenas dos utilizadores que afirmavam utilizar uma combinação de modos nas suas viagens diárias. Como foi possível observar, muitas das origens e destinos do eixo central, principalmente, coincidiam maioritariamente com estações de metro. Pode-se assumir que existe a possibilidade de as trotinetas serem usadas como “primeiro ou último quilómetro” nas viagens. Há que sublinhar que se trata apenas de uma possibilidade, e tal pode não traduzir a realidade. Como explicado anteriormente, os respondentes introduziram uma localização na origem e no destino que pode não ser a localização exata dos mesmos, mas sim um ponto de interesse, e o programa QGIS, ao localizar estes pontos, assume o local que o *Google maps* identifica como tal, criando uma margem de erro. Além do mais, em certas localizações, como por exemplo no Marquês de Pombal ou no Saldanha, a primeira localização cedida pelo *Google maps* é referente à estação de metro. Por esta razão não é possível confirmar a utilização da trotineta como modo de transporte numa combinação de modos, além de que esta questão no inquérito não foi bem entendida pelos respondentes.

O último ponto tratado por este segundo estudo foi relativo ao estacionamento das trotinetas, trazendo este uma grande problemática entre os utilizadores e os peões. Neste ponto foi feito o cruzamento entre os destinos e a localização dos *hotspots* das trotinetas. Como foi possível observar, existe uma grande aglomeração de *hotspots* junto do eixo central, enquanto que no resto da cidade são bastante

escassos. De acordo com a informação sobre o tipo de *hostspots* existentes em Lisboa, sabe que 121 são em locais de estacionamento, 87 são em passeios e 13 são na via pública. Mais de metade dos respondentes do inquérito afirmar ter deixado a trotineta num lugar apropriado de estacionamento, o que significa mais de 300 utentes. Infelizmente, não é possível ter certezas que tal é o que realmente acontece, e ter em conta que os inquiridos tenham tido a intenção de dar uma resposta socialmente desejável, especialmente quando o que constata é que as mesmas se encontram maioritariamente nos passeios.

Na terceira análise foi estudado o comportamento dos utilizadores através de diversos atributos, e como é que esses atributos iriam influenciar a escolha dos respondentes face duas situações. A primeira situação, que corresponde ao primeiro modelo estudado, diz respeito ao motivo pela qual foi realizada a viagem com a trotineta. Neste modelo foram dadas três opções de escolha, *commuting*, assuntos diversos e passear. Como resultado final, conclui-se que o motivo “passear” é o que tem maior probabilidade ser escolhido, dadas as condições atuais. A utilidade deste motivo é superior à utilidade dos restantes motivos pois os atributos que definem esta utilidade são os que se observam atualmente, como a baixa frequência de utilização ou a utilização do passeio para circular. Tendo em conta que o propósito da vinda das trotinetas para Lisboa é a utilização das mesmas como motivo utilitário e não de lazer, este modelo prova que o que está a acontecer nos dias de hoje não é o que se pretendia, acrescentando ainda que o motivo “*commuting*” é o que apresenta menor probabilidade de escolha entre as três alternativas. Para que este motivo se torne o motivo com maior probabilidade de ser escolhido, alterações necessitam de ser feitas, de forma a incentivar a população a mudar os seus hábitos de mobilidade para uma prática mais “partilhada”.

O segundo modelo a ser estudado foi referente aos modos que foram substituídos pela trotineta. Assumindo todas as viagens que eram realizadas por um certo modo, mas o utilizador decidiu trocar esse modo pela trotineta, este modelo estuda qual modo têm maior probabilidade de ser substituído. O conjunto de alternativas deste modelo divide-se em quatro modos: a pé, modos suaves, automóvel e transportes públicos, e outros. O resultado obtido pelas funções utilidade é que o modo “a pé” tem muito maior probabilidade de ser o modo substituído do que qualquer outro modo. Lembra-se que uma das razões mais escolhidas pelos respondentes da utilização da trotineta era “porque a pé seria mais demorado”, enfatizando ainda mais a probabilidade deste modo ser o modo substituído. Mais uma vez, o objetivo da introdução das trotinetas partilhadas em Lisboa era realmente a substituição de outros modos, pela redução de poluição na cidade, entre outros motivos. Tendo em conta que a viagem a pé é a viagem “mais ecológica” pois não produz qualquer tipo de contaminação, a troca deste modo pela trotineta introduz um aumento de poluição no ecossistema, não pelas emissões de CO<sub>2</sub>, mas sim pelos materiais que compõem a trotineta (como as baterias), que são mais poluentes que o “a pé”.

Neste sentido, este terceiro estudo complementou os resultados obtidos anteriormente, que afirma que as trotinetas elétricas partilhadas não estão a cumprir a sua finalidade na cidade. A utilização dos modos motorizados não está a ser reduzida pela utilização da trotineta, mas a trotineta está a gerar mais viagens e, conseqüentemente, mais tráfego (em termos de ocupação de ciclovias e passeios) na cidade. As viagens a pé são as viagens a ser substituídas pelas trotinetas, gerando mais consumo de

plásticos e baterias para a composição das trotinetas, degradando a atividade física da população, podendo até contribuir para o aumento da obesidade, de uma forma geral. Concluiu-se ainda que é preciso mudar a forma como a trotineta é vista pela população, como um modo de lazer e não utilitário, e que para tal é necessária a introdução de incentivos ou mudanças na gestão deste modo.

Uma das críticas mais recebidas pelos respondentes às trotinetas partilhadas é o preço das mesmas, incentivando a criação de passes mensais. Uma solução possível seria uma integração tarifária, que incorporaria vários modos transportes em Lisboa num só serviço, diminuindo a barreira existente na intermodalidade. Aqui, a existência de um passe geral para todos os modos de transporte poderia ser um bom começo, incentivando a população a utilizar mais os modos coletivos e os modos partilhados, fechando a necessidade de ter vários cartões ou aplicações para cada modo.

Paralelamente há que tem conta os tempos em que vivemos hoje em dia. A existência de uma pandemia mundial e os cuidados a ter são diferentes de quando este estudo foi iniciado. Com as limitações nos transportes públicos e o medo gerado na população, a utilização dos modos de transporte vai mudar. O automóvel vai ser o modo preferido de utilização, gerando mais tráfego dentro da cidade, e a utilização dos transportes públicos vai diminuir. Neste sentido, há a possibilidade de existir um aumento na utilização dos modos suaves e ativos, como as bicicletas e as trotinetas. Segundo Lelièvre (2020), em França, as vendas de trotinetas elétricas aumentaram 105% em 2019 e, portanto, embora não seja o aumento na utilização das trotinetas elétricas partilhadas, é um aumento nos modos de micromobilidade, podendo melhorar o tráfego dentro da cidade, e encorajar a população a utilizar modos de transporte mais “verdes”.



# REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## Referências científicas

Ajao, A. (2019) *Electric Scooters And Micro-Mobility: Here's Everything You Need To Know*, *Forbes*. Available at: <https://www.forbes.com/sites/adeyemiajao/2019/02/01/everything-you-want-to-know-about-scooters-and-micro-mobility/#4df97a105de6> (Accessed: 4 December 2019).

Allard, R. F. and Moura, F. (2018) 'Effect of transport transfer quality on intercity passenger mode choice', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. Elsevier, 109(May), pp. 89–107. doi: 10.1016/j.tra.2018.01.018.

Aloulou, F. (2018) 'Statistics - Growing Data Sets and Growing Demand for Statistics', in Göksel, T. (ed.) *Statistics - Growing Data Sets and Growing Demand for Statistics*, pp. 85–104. doi: 10.5772/intechopen.74955.

Bacher, J., Wenzig, K. and Vogler, M. (2004) 'SPSS TwoStep Cluster - A First Evaluation', *University Erlangen-Nürnberg*, 1(1), pp. 1–20.

Barth, M. and Shaheen, S. A. (2007) 'Shared-Use Vehicle Systems: Framework for Classifying Carsharing, Station Cars, and Combined Approaches', *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1791(1), pp. 105–112. doi: 10.3141/1791-16.

Bierlaire, M. (2003) 'BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models', *Swiss Transport Research Conference*, pp. 1–27.

Câmara Municipal de Lisboa (2017) *Lisboa em Números*, *Sítio da Câmara Municipal de Lisboa*. Available at: <http://www.cm-lisboa.pt/investir/investimento/lisboa-em-numeros> (Accessed: 27 November 2019).

Câmara Municipal de Lisboa (2018) *Mobilidade partilhada*, *Sítio da Câmara Municipal de Lisboa*. Available at: <http://www.cm-lisboa.pt/viver/mobilidade/partilhada> (Accessed: 6 December 2019).

Câmara Municipal de Lisboa (2020) *Câmara Municipal Lisboa - Geodados, Estacionamento de Velocípedes do Formato HotSpot (Com ou Sem Suporte)*. Available at: <http://geodados.cm-lisboa.pt/datasets/estacionamento-de-velocipedes-do-formato-hotspot-com-ou-sem-suporte> (Accessed: 22 July 2020).

Campbell, A. A. *et al.* (2016) 'Factors influencing the choice of shared bicycles and shared electric bikes in Beijing', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. Elsevier Ltd, 67, pp. 399–414. doi: 10.1016/j.trc.2016.03.004.

Castro, A. *et al.* (2019) 'Physical activity of electric bicycle users compared to conventional bicycle users and non-cyclists: Insights based on health and transport data from an online survey in seven European cities', *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*. The Authors, 1, p. 100017. doi:

10.1016/j.trip.2019.100017.

Chen, Z., Lierop, D. Van and Ettema, D. (2020) 'Dockless bike-sharing systems : what are the implications?', *Transport Reviews*. Taylor & Francis, 0(0), pp. 1–21. doi: 10.1080/01441647.2019.1710306.

Clifton, K. J. and Moura, F. (2017) 'Conceptual framework for understanding latent demand: Accounting for unrealized activities and travel', *Transportation Research Record*, 2668(May), pp. 78–83. doi: 10.3141/2668-08.

Cohen, A. and Shaheen, S. (2016) *Planning for shared mobility*, American Planning Association.

Cohen, B. and Kietzmann, J. (2014) 'Ride On! Mobility Business Models for the Sharing Economy', *Organization and Environment*. SAGE Publications Inc., 27(3), pp. 279–296. doi: 10.1177/1086026614546199.

*Discrete Choice Analysis* (2019) *Columbia University Mailman School of Public Health*. Available at: <https://www.mailman.columbia.edu/research/population-health-methods/discrete-choice-analysis> (Accessed: 14 February 2020).

Ellingsen, L. A.-W. *et al.* (2014) 'Life Cycle Assessment of a Lithium-Ion Battery Vehicle Pack', *Journal of Industrial Ecology*. Blackwell Publishing, 18(1), pp. 113–124. doi: 10.1111/jiec.12072.

European Commission (2015) *Walking and cycling as transport modes*, *Transport*. Available at: [https://ec.europa.eu/transport/road\\_safety/specialist/knowledge/pedestrians/pedestrians\\_and\\_cyclists\\_unprotected\\_road\\_users/walking\\_and\\_cycling\\_as\\_transport\\_modes\\_en](https://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/knowledge/pedestrians/pedestrians_and_cyclists_unprotected_road_users/walking_and_cycling_as_transport_modes_en) (Accessed: 11 December 2019).

European Environment Agency (2019) *Transport*, *European Environment Agency*. Available at: <https://www.eea.europa.eu/themes/transport/intro> (Accessed: 4 December 2019).

Fang, K. *et al.* (2018) *Where Do Riders Park Dockless, Shared Electric Scooters? Findings from San Jose, California*. Available at: [https://scholarworks.sjsu.edu/mti\\_publications](https://scholarworks.sjsu.edu/mti_publications).

Félix, R. (2012) *Gestão da Mobilidade em Bicicleta*. Universidade de Lisboa.

Félix, R. (2019) 'Barriers and motivators to bicycle in low cycling maturity cities: Lisbon case study', (October), p. 157. Available at: <https://sotis.tecnico.ulisboa.pt/record/c384735d-1f3c-4dd8-a216-c4a5295d0006>.

Fishman, E., Washington, S. and Haworth, N. (2013) 'Bike Share: A Synthesis of the Literature', *Transport Reviews*, 33(2), pp. 148–165. doi: 10.1080/01441647.2013.775612.

Hensher, D. A., Rose, J. M. and Greene, W. H. (2005) *Applied Choice Analysis: A Primer*, Cambridge University Press. Available at: [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=8yZrtCCABAgC&oi=fnd&pg=PR13&dq=qualitative+choice+analysis+hensher+rose&ots=RGH0Zn8vc&sig=5-7zwzUg6DG1JXEM7OuOWT5Jhew&redir\\_esc=y#v=onepage&q=qualitative+choice+analysis+hensher+rose&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=8yZrtCCABAgC&oi=fnd&pg=PR13&dq=qualitative+choice+analysis+hensher+rose&ots=RGH0Zn8vc&sig=5-7zwzUg6DG1JXEM7OuOWT5Jhew&redir_esc=y#v=onepage&q=qualitative+choice+analysis+hensher+rose&f=false) (Accessed: 15 September 2020).

- Hoehne, C. G. and Chester, M. V. (2017) 'Greenhouse gas and air quality effects of auto first-last mile use with transit', *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. Elsevier Ltd, 53, pp. 306–320. doi: 10.1016/j.trd.2017.04.030.
- Hopkins, D., Bengoechea, E. G. and Mandic, S. (2019) 'Adolescents and their aspirations for private car-based transport', *Transportation*. Springer US, (0123456789). doi: 10.1007/s11116-019-10044-4.
- Instituto Nacional de Estatística (2018) *IMob 2017: Mobilidade e funcionalidade do território das Áreas Metropolitanas do Porto e de Lisboa*, Instituto Nacional de Estatística. Lisbon. Available at: [https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes&PUBLICACOESpub\\_boui=349495406&PUBLICACOESmodo=2&xlang=pt](https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=349495406&PUBLICACOESmodo=2&xlang=pt).
- Krasic, D. and Lanovic, Z. (2013) 'Park and Ride facility planning', *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers*, 65(2), pp. 111–121. doi: 10.14256/jce.852.2012.
- Laerd Statistics (2018) *Kendall's Tau-b using SPSS Statistics*, Laerd Statistics. Available at: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/kendalls-tau-b-using-spss-statistics.php> (Accessed: 3 June 2020).
- Langford, B. C. et al. (2017) 'Comparing physical activity of pedal-assist electric bikes with walking and conventional bicycles', *Journal of Transport and Health*. Elsevier Ltd, 6(October 2016), pp. 463–473. doi: 10.1016/j.jth.2017.06.002.
- Lelièvre, A. (2020) *Rien n'arrête la trottinette électrique*, *Les Echos*. Available at: <https://www.lesechos.fr/industrie-services/tourisme-transport/rien-narrete-la-trottinette-electrique-1199061> (Accessed: 22 August 2020).
- Levin, L. (2019) 'How may public transport influence the practice of everyday life among younger and older people and how may their practices influence public transport?', *Social Sciences*, 8(3). doi: 10.3390/socsci8030096.
- Lewis, B. A. et al. (2014) 'Transportation in an age-diverse society', *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2014-Janua(March 2015), pp. 130–134. doi: 10.1177/1541931214581028.
- Li, W. and Kamargianni, M. (2018) '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*. Elsevier, 111(January), pp. 277–291. doi: 10.1016/j.tra.2018.01.019.
- Lucas, K., van Wee, B. and Maat, K. (2016) 'A method to evaluate equitable accessibility: combining ethical theories and accessibility-based approaches', *Transportation*, 43(3), pp. 473–490. doi: 10.1007/s11116-015-9585-2.
- MaaS Alliance (2017) *What is MaaS?*, *MaaS Alliance*. Available at: <https://maas-alliance.eu/homepage/what-is-maas/> (Accessed: 9 December 2019).
- Machado, C. A. S. et al. (2018) 'An overview of shared mobility', *Sustainability (Switzerland)*, 10(12), pp. 1–21. doi: 10.3390/su10124342.

- Marôco, J. (2011) *Análise Estatística com o SPSS Statistics*. Fifth Edit. ReportNumber.
- McDonald, N. C. (2015) 'Are Millennials Really the Go Nowhere Generation', *Journal of the American Planning Association*. Available at: <https://doi.org/10.1080/01944363.2015.1057196>.
- Minitab (2019) *A comparison of the Pearson and Spearman correlation methods*, *Minitab express*. Available at: <https://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/basics/a-comparison-of-the-pearson-and-spearman-correlation-methods/> (Accessed: 3 June 2020).
- Moura, F., Magalhães Da Silva, J. and Santos, L. P. (2017) 'Growing from incipient to potentially large cycle networks: Screening the road network of the consolidated urban area of Lisbon', *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 17(1), pp. 170–190. doi: 10.18757/ejtir.2017.17.1.3186.
- Müller, G. et al. (2004) *Towards Passenger Intermodality in the EU. Report 1: Analysis of the Key Issues for Passenger Intermodality*, *European Commission*.
- Norusis, M. J. and SPSS Inc. (2012) 'Cluster Analysis', in *IBM SPSS Statistics 19 Statistical Procedures Companion*. 12th edn, pp. 375–404. doi: 10.1002/9780470611777.ch7.
- Oliveira, T. A. et al. (2018) 'Citizens and Information and Communication Technologies', *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*. IEEE, 2018-July(December), pp. 1–7. doi: 10.1109/IJCNN.2018.8489031.
- Olszewski, P. S. (2007) *Walking as a mode of transport - a planning and policy perspective*, *UK Transport & Road Research Laboratory, Laboratory Report*.
- Polzin, S. E., Chu, X. and Godfrey, J. (2014) 'The impact of millennials' travel behavior on future personal vehicle travel', *Energy Strategy Reviews*. Elsevier Ltd, 5, pp. 59–65. doi: 10.1016/j.esr.2014.10.003.
- Populus (2018) *The Micro-Mobility Revolution: The introduction and adoption of electric scooters in the United States*. Available at: [https://research.populus.ai/reports/Populus\\_MicroMobility\\_2018\\_Jul.pdf](https://research.populus.ai/reports/Populus_MicroMobility_2018_Jul.pdf).
- PORDATA (2018) *Assinantes / equipamentos de utilizadores do serviço móvel*, PORDATA. Available at: <https://www.pordata.pt/Portugal/Assinantes+++equipamentos+de+utilizadores+do+serviço+móvel-1180> (Accessed: 6 December 2019).
- Portland Bureau of Transportation (2018) '2018 Scooter User Survey Questions'.
- Puschmann, T. and Alt, R. (2016) 'Sharing economy', *Business and Information Systems Engineering*. Gabler Verlag, 58(1), pp. 93–99. doi: 10.1007/s12599-015-0420-2.
- Ricci, M. (2015) 'Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation', *Research in Transportation Business and Management*. Elsevier Ltd, 15, pp. 28–38. doi: 10.1016/j.rtbm.2015.03.003.
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C. and Slack, B. (2017a) 'Information Technologies and Mobility', in *The Geography of Transport Systems*, p. 440. Available at: [https://transportgeography.org/?page\\_id=1685](https://transportgeography.org/?page_id=1685)

(Accessed: 6 December 2019).

Rodrigue, J.-P., Comtois, C. and Slack, B. (2017b) 'Urban Transportation', in *The Geography of Transport Systems*, p. 440. Available at: [https://transportgeography.org/?page\\_id=4621](https://transportgeography.org/?page_id=4621) (Accessed: 6 December 2019).

Rodrigue, J.-P. and Notteboom, T. (2017) 'Transport Costs', in *The Geography of Transport Systems*, p. 440.

Rodrigue, J.-P. and Shaw, S.-L. (2020) 'Methods in Transport Geography', in *The Geography of Transport Systems*. Fifth Edit. New York, p. 456. Available at: [https://transportgeography.org/?page\\_id=6741](https://transportgeography.org/?page_id=6741) (Accessed: 12 February 2020).

Roque, C., Moura, F. and Lourenço Cardoso, J. (2015) 'Detecting unforgiving roadside contributors through the severity analysis of ran-off-road crashes', *Accident Analysis and Prevention*. Elsevier Ltd, 80, pp. 262–273. doi: 10.1016/j.aap.2015.02.012.

Șchiopu, D. (2010) *Applying TwoStep Cluster Analysis for Identifying Bank Customers' Profile, Petroleum-Gas University of Ploiesti*. Available at: <http://support.spss.com/productsext/spss/documentation/> (Accessed: 6 June 2020).

Shaheen, S. A. *et al.* (2014) 'Public Bikesharing in North America During a Period of Rapid Expansion : Understanding Business Models , Industry Trends & User Impacts', *Mineta Transportation Institute*, pp. 2–3.

Shaheen, S. A. (2016) 'Shared mobility innovations and the sharing economy', *Transport Policy*. doi: 10.1016/j.tranpol.2016.01.008.

Shaheen, S. A., Cohen, A. and Zohdy, I. (2016) *Shared mobility. Current practices and guiding principles*.

Shaheen, S. and Chan, N. (2016) 'Mobility and the sharing economy: Potential to facilitate the first-and last-mile public transit connections', *Built Environment*. Alexandrine Press, 42(4), pp. 573–588. doi: 10.2148/benv.42.4.573.

Shaheen, S. and Cohen, A. (2017) 'Shared Mobility Policy Briefs: Definitions, Impacts, and Recommendations A Research Report from the University of California Institute of Transportation Studies', *FHWA Report*, pp. 18–007. doi: 10.7922/G27S7KX6.

SPSS (2009) *The SPSS TwoStep Cluster Component*.

Steenberghen, T. *et al.* (2017) 'Recommendations for delivering green growth and an effective mobility system in 2030', *European cyclists' federation*, 22(6), pp. 20–22. doi: 10.1044/leader.ppl.22062017.20.

Tan, P.-N. *et al.* (2018) 'Cluster Analysis: Basic Concepts and Algorithms', in *Introduction to Data Mining*. Second Edi, pp. 447–568. doi: 10.1109/IPTA.2008.4743793.

Train, K. (2009) 'Properties of Discrete Choice Models', in *Discrete Choice Methods with Simulation*. Second Edi. Cambridge University Press. doi: 10.1163/9789460911163\_002.

Wilke, A. and Lieswyn, J. (2018) 'Dockless bikeshare – friend or foe?', (August), pp. 0–11.

## Outras Referências

Almeida, S. (2019) *Trotinetes chegaram, viram, venceram e... irritaram*, *Público*. Available at: <https://www.publico.pt/2019/02/16/local/noticia/trotinetes-1861971> (Accessed: 3 December 2019).

*Aumento de acidentes com trotinetes leva a lançamento de campanha* (2019) *Diário de Notícias*. Available at: <https://www.dn.pt/especiais/mobi-summit/aumento-de-acidentes-com-trotinetes-leva-a-lancamento-de-campanha-11249302.html> (Accessed: 27 November 2019).

*Câmara ameaça multar quem deixar trotinetes mal estacionadas* (2019) *Diário de Notícias*. Available at: <https://www.dn.pt/edicao-do-dia/20-jan-2019/camara-de-lisboa-ameaca-com-multas-quem-deixar-trotinetes-mal-estacionadas-10461021.html> (Accessed: 27 November 2019).

Câmara Municipal de Lisboa (2019) *Semana Europeia da Mobilidade 2019 - Caminha connosco*, *Sítio da Câmara Municipal de Lisboa*. Available at: <http://www.cm-lisboa.pt/noticias/detalhe/article/semana-europeia-da-mobilidade-2019-caminha-connosco> (Accessed: 27 November 2019).

*Complementar soluções de mobilidade para eliminar o automóvel privado* (2019) *Jornal de Notícias*. Available at: <https://www.jn.pt/economia/complementar-solucoes-de-mobilidade-para-eliminar-o-automovel-privado-11442957.html> (Accessed: 25 November 2019).

*EMEL recolhe trotinetes mal estacionadas em Lisboa* (2019) *Diário de Notícias*. Available at: <https://www.dn.pt/pais/emel-recolhe-trotinetes-mal-estacionadas-em-lisboa--11445186.html> (Accessed: 27 November 2019).

Ferro, C. (2018) *Anda de trotinete e bicicleta sem capacete? PSP fiscaliza e multa chega aos 300 euros*, *Diário de Notícias*. Available at: <https://www.dn.pt/cidades/anda-de-trotinete-e-bicicleta-sem-capacete-psp-fiscaliza-e-multa-chega-aos-300-euros-10272096.html> (Accessed: 27 November 2019).

Filipe, C. (2011) *JCDecaux propôs início imediato da rede de bicicletas*, *Público*. Available at: <https://www.publico.pt/2011/06/03/ciencia/noticia/jcdecaux-propos-inicio-imediato-da-rede-de-bicicletas-1497296> (Accessed: 8 January 2020).

*Lime oferece capacetes para evitar multas* (2018) *Diário de Notícias*. Available at: <https://www.dn.pt/dinheiro/lime-oferece-capacetes-para-evitar-multas-10294940.html> (Accessed: 27 November 2019).

Lusa (2019a) *Câmara de Lisboa admite números máximos de trotinetas em determinadas zonas*, *Dinheiro Vivo*. Available at: <https://www.dinheirovivo.pt/economia/camara-de-lisboa-admite-numeros-maximos-de-trotinetas-em-determinadas-zonas/> (Accessed: 4 December 2019).

Lusa (2019b) *Lisboa já cobrou mais de 17 mil euros por trotinetas mal estacionadas*, *Diário de Notícias*. Available at: <https://www.dn.pt/cidades/camara-de-lisboa-ja-cobrou-mais-de-17-mil-euros-por-trotinetas-mal-estacionadas-11021448.html> (Accessed: 27 November 2019).

Lusa (2019c) *PSP contabilizou 30 acidentes com trotinetes desde o início do ano, Sábado*. Available at: <https://www.sabado.pt/portugal/detalhe/psp-contabilizou-30-acidentes-com-trotinetes-desde-o-inicio-do-ano> (Accessed: 3 December 2019).

Mesquita, M. J. (2019) *Trotinetas eléctricas da Circ evitam emissão de dez toneladas de dióxido de carbono em Matosinhos, Público*. Available at: <https://www.publico.pt/2019/07/30/local/noticia/trotinetes-electricas-circ-evitam-emissao-dez-toneladas-dioxido-carbono-1881747> (Accessed: 3 December 2019).

*Moda das trotinetes eléctricas pode começar a sair cara a quem não cumprir regras de trânsito* (2018) SAPO. Available at: <https://tek.sapo.pt/noticias/computadores/artigos/moda-das-trotinetes-eletricas-pode-comecar-a-sair-cara-a-quem-nao-cumprir-regras-de-transito> (Accessed: 27 November 2019).

Nunes, D. F. (2019a) *Cartão Lisboa Viva vai dar 20 minutos grátis para andar de trotinete. Saiba como, Dinheiro Vivo*. Available at: <https://www.dinheirovivo.pt/empresas/cartao-lisboa-viva-vai-dar-20-minutos-gratis-para-andar-de-trotinete-saiba-como/> (Accessed: 27 November 2019).

Nunes, D. F. (2019b) *Um ano depois, três empresas de trotinetas já saíram do país, Dinheiro Vivo*. Available at: <https://www.dinheirovivo.pt/empresas/um-ano-depois-tres-empresas-de-trotinetas-ja-sairam-do-pais/> (Accessed: 3 December 2019).

Nunes, F. (2018) *Trotinetas eléctricas vão invadir Lisboa. Há mais 13 empresas interessadas na capital, SAPO*. Available at: <https://eco.sapo.pt/2018/11/27/trotinetas-eletricas-vaio-invadir-lisboa-ha-mais-13-empresas-interessadas-na-capital/> (Accessed: 6 December 2019).

Riso, L. and Lima, C. R. (2018) *Vão morrer pessoas a andar de trotinete em Lisboa, Sábado*. Available at: <https://www.sabado.pt/portugal/detalhe/vao-morrer-pessoas-a-andar-de-trotinete-em-lisboa> (Accessed: 3 December 2019).

Tomé, J. (2018) *Lime inicia esta quinta-feira serviço de trotinetas eléctricas em Lisboa, Dinheiro Vivo*. Available at: <https://www.dinheirovivo.pt/empresas/lime-inicia-servico-lisboa-trotinetas-eletricas/> (Accessed: 3 December 2019).

Tomé, J. (2019a) *Revolução das trotinetas eléctricas começa hoje em Lisboa. Saiba como usar, DN\_Insider*. Available at: <https://insider.dn.pt/em-rede/lime-trotinetas-eletricas-lisboa-como-usar/> (Accessed: 4 December 2019).

Tomé, J. (2019b) *Se beber, não conduza. Lime expande serviço de trotinetes para a noite, DN\_Insider*. Available at: <https://insider.dn.pt/em-rede/lime-expande-trotinetes-noite/> (Accessed: 3 December 2019).

*Trotinetas ou trotinetes?* (2019) Sol. Available at: <https://sol.sapo.pt/artigo/646936/trotinetas-ou-trotinetes-> (Accessed: 3 December 2019).





# ANEXOS

## **Anexo A - Guião de inquérito aos utilizadores de trotinetas elétricas partilhadas (versão em português)**

No anexo A.1 apresentam-se todas as perguntas realizadas no questionário. Todas as questões são de resposta obrigatória.

No anexo A.2 apresenta-se um diagrama de ramificação dos caminhos existentes no questionário. Os caminhos seguidos por cada inquirido variam consoante as respostas escolhidas pelos mesmos.

Sendo que o questionário é composto por 70 perguntas, o diagrama de ramificação torna-se um pouco complexo. Assim sendo, para que seja possível uma melhor observação das várias ramificações, o diagrama está repartido, tal que o último elemento de cada página é apresentado novamente no início da página seguinte.

Note-se que, ao longo do diagrama é utilizada a sigla “t.e.p.” em substituição a “trotineta elétrica partilhada”.

### **A.1 – Perguntas do questionário**

#### **Questionário aos utilizadores dos sistemas de trotinetas elétricas partilhadas**

##### Introdução e consentimento informado

A Câmara Municipal e o Instituto Superior Técnico estão a desenvolver um estudo sobre os impactes socioeconómicos de formas alternativas de mobilidade urbana, em que as trotinetas partilhadas constituem um elemento importante da nova oferta em Lisboa, nomeadamente para suprir as necessidade de mobilidade de curta distância, onde se inclui o “primeiro e último quilómetro” das viagens intermodais.

Este estudo inclui o inquérito em questão (realizado no âmbito do Instituto Superior Técnico), e tem como objetivo compreender os padrões de utilização das trotinetas, as preferências dos seus utilizadores e o seu nível de satisfação, para melhorar individualmente e coletivamente o desempenho dos serviços prestados.

Pedimos-lhe que responda a este questionário de uma só vez, evitando interrupções. O tempo estimado para completar o inquérito é de 10 a 15 minutos.

O questionário está dividido em quatro partes, em que serão recolhidas informações sobre:

- Padrões de utilização de trotinetas elétricas partilhadas;
- Preferências e opiniões dos utentes relativamente ao sistema de trotinetas elétricas partilhadas;
- Caracterização sociodemográfica, de habitação, e de mobilidade do/a participante;
- Sugestões e comentários.

A sua participação tem um carácter voluntário. Os resultados desta análise poderão ser divulgados em eventos, publicações em jornais, livros e revistas, e nos meios de comunicação virtuais na esfera académica e social.

Os dados serão recolhidos de forma anónima e analisados para fins académicos, e serão acedidos apenas pelos investigadores do projeto, não sendo partilhados com outras entidades, e ficando armazenados na plataforma *SurveyMonkey* apenas durante o período de realização do inquérito, que será de 30 dias. Todos os dados do inquérito são definitivamente excluídos dos backups do *SurveyMonkey*, 90 dias após o IST apagar os dados dos servidores da plataforma. Os dados serão mantidos pelo IST até ao final do projeto de investigação.

A plataforma *SurveyMonkey* cumpre o regulamento de privacidade aplicável, nomeadamente, o Regulamento Geral de Proteção de Dados (RGPD).

A qualquer momento o participante poderá exercer o seu [direito de acesso](#) ao tipo de informação recolhida por este questionário, preenchendo o seguinte [formulário](#). Mais se informa que os respondentes têm o direito de revogar o consentimento de utilização dos dados fornecidos neste inquérito, enviando um e-mail para [fmoura@tecnico.ulisboa.pt](mailto:fmoura@tecnico.ulisboa.pt). Para dúvidas ou questões relacionadas com a recolha e armazenamento dos dados deste questionário, envie um email para [rgpd@tecnico.ulisboa.pt](mailto:rgpd@tecnico.ulisboa.pt).

Qualquer questão ou informação de que necessite poderá ser obtida contactando os investigadores do projeto:

- Responsável do projeto: Filipe Moura ([fmoura@tecnico.ulisboa.pt](mailto:fmoura@tecnico.ulisboa.pt));
- Investigadora: Mariana Cagica ([mariana.c.pinto@tecnico.ulisboa.pt](mailto:mariana.c.pinto@tecnico.ulisboa.pt)).

Agradecemos desde já a sua participação.

1. Concordo em participar voluntariamente neste inquérito.

Estou ciente do objetivo desta investigação, do tipo de informação que será solicitada, de que os resultados desta investigação poderão ser difundidos nos meios de comunicação académicos e sociais, e de que este questionário é anónimo, cumprindo a legislação aplicável, nomeadamente o RGPD.

- Sim
- Não

Ao responder sim, declara ter tomado conhecimento dos objetivos do inquérito e da participação que lhe é solicitada, participando voluntariamente. Concorda ainda que os dados sejam trabalhados de forma anónima e confidencial, no âmbito dos objetivos a que este estudo se dirige.

### Utilização das trotinetas elétricas partilhadas

2. Alguma vez utilizou algum sistema de trotinetas elétricas partilhadas?

- Sim
- Não

3. Por que razão nunca usou uma trotinete elétrica partilhada?

- Não se adequa às necessidades das minhas deslocações
- Porque é complicado usar o sistema
- Não encontro trotinetes disponíveis
- Tenho medo de andar de trotinete na cidade
- Porque não tenho *smartphone* compatível com as *app*
- Não sei andar de trotinete
- Já não resido em Lisboa
- Já não estou em visita em Lisboa
- Outro motivo (especifique)

4. Considera vir a experimentar utilizar o sistema de trotinetes elétricas partilhadas?

- Sim
  - Não
5. Quando foi a última vez que utilizou uma trotinete elétrica?
- Esta semana
  - Nos último 30 dias
  - Nos últimos três meses
  - Nos últimos seis meses
  - Durante o último ano
6. Com que regularidade usa ou usou as trotinetes elétricas?
- Diariamente (5 a 10 vezes por semana)
  - Algumas vezes por semana (1 a 4 vezes por semana)
  - Menos de 4 vezes por mês (menos de 1 vez por semana)
  - Menos de 10 vezes no último ano (menos de 1 vez por mês)
  - Só usei uma vez
7. Deixou de usar o sistema de trotinetas elétricas partilhadas?
- Sim
  - Não
8. Por que razão deixou de utilizar o sistema de trotinetas elétricas partilhadas?
- Passei a utilizar trotineta própria
  - Devido à ocorrência de um acidente com a trotineta
  - Acho um modo de transporte errado para a cidade
  - É muito caro
  - Outro (especifique)
9. Quando chove, utiliza as trotinetas elétricas partilhadas?
- Sim, mesmo que esteja a chover
  - Depende da viagem e da intensidade
  - Não, nunca
10. Quando realiza as suas deslocações regulares (p.e., “casa – escola” ou “casa – trabalho”), costuma andar a pé?
- Sim, exclusivamente a pé
  - Sim, menos que 10 minutos
  - Sim, mais que 10 minutos
  - Não

11. Nas suas viagens regulares, utiliza um só modo de transporte, ou mais do que um modo de transporte?

- Um só modo de transporte
- Uma combinação de modos de transporte

12. Que modo de transporte usa nas suas deslocações regulares?

- |  |                                 |  |
|--|---------------------------------|--|
| <input type="radio"/> Automóvel particular                       | <input type="radio"/> Metro     | <input type="radio"/> Motociclo partilhado |
| <input type="radio"/> Automóvel, como passageiro                 | <input type="radio"/> Comboio   | <input type="radio"/> Bicicleta partilhada |
| <input type="radio"/> Automóvel partilhado ( <i>carsharing</i> ) | <input type="radio"/> Barco     | <input type="radio"/> Trotineta            |
| <input type="radio"/> Autocarro/Elétrico                         | <input type="radio"/> Motociclo | <input type="radio"/> Trotineta partilhada |
| <input type="radio"/> Táxi ou equivalente                        | <input type="radio"/> Bicicleta | <input type="radio"/> Outro (especifique)  |

13. Que combinação de modos de transporte utiliza regularmente, para a mesma viagem? (por exemplo, de casa para o trabalho)

- |   |                                    |   |
|---|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Automóvel particular                       | <input type="checkbox"/> Metro     | <input type="checkbox"/> Motociclo partilhado |
| <input type="checkbox"/> Automóvel, como passageiro                 | <input type="checkbox"/> Comboio   | <input type="checkbox"/> Bicicleta partilhada |
| <input type="checkbox"/> Automóvel partilhado ( <i>carsharing</i> ) | <input type="checkbox"/> Barco     | <input type="checkbox"/> Trotineta            |
| <input type="checkbox"/> Autocarro/Elétrico                         | <input type="checkbox"/> Motociclo | <input type="checkbox"/> Trotineta partilhada |
| <input type="checkbox"/> Táxi ou equivalente                        | <input type="checkbox"/> Bicicleta | <input type="checkbox"/> Outro (especifique)  |

14. Qual o motivo principal das viagens quando recorre ou recorreu à utilização da trotinete elétrica?

- Deslocações casa-trabalho
- Deslocações para a escola/universidade
- Tratar de assuntos diversos (por exemplo: ir a uma loja, ir a uma reunião, ir almoçar, etc.)
- Motivos de lazer (por exemplo: ir ter com amigos ou familiares, ir ao cinema, etc.)
- Passear

15. Se não tivesse disponível nenhuma trotinete elétrica partilhada, o que faria?

- Faria a mesma viagem utilizando outro modo de transporte (por exemplo, a pé, de carro, autocarro, etc.)
- Não realizaria essa viagem

16. Se não tivesse disponível nenhuma trotinete elétrica partilhada, que modo de transporte utilizaria?

- |   |                                    |   |
|---|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A pé                                       | <input type="checkbox"/> Metro     | <input type="checkbox"/> Táxi ou equivalente  |
| <input type="checkbox"/> Automóvel particular                       | <input type="checkbox"/> Comboio   | <input type="checkbox"/> Motociclo partilhado |
| <input type="checkbox"/> Automóvel, como passageiro                 | <input type="checkbox"/> Barco     | <input type="checkbox"/> Bicicleta partilhada |
| <input type="checkbox"/> Automóvel partilhado ( <i>carsharing</i> ) | <input type="checkbox"/> Motociclo | <input type="checkbox"/> Trotineta partilhada |

- Autocarro/Elétrico
- Bicicleta
- Outro (especifique)
- Trotineta

17. Qual a altura do dia que utiliza ou utilizava mais a trotineta elétrica partilhada?

- De manhã
- À hora de almoço
- Durante a tarde
- Ao final de tarde
- De noite
- Outro (especifique)

18. Qual a origem das suas viagens frequentes na trotineta elétrica partilhada?

Indique o local, um ponto de referência ou os 7 dígitos do código postal (se conhecer).

19. Qual o destino das suas viagens frequentes na trotineta elétrica partilhada?

Indique o local, um ponto de referência ou os 7 dígitos do código postal (se conhecer).



20. Onde/como costuma deixar estacionada a trotineta elétrica que utiliza?

Escolha o exemplo que mais se assemelha com a sua opção de estacionamento da trotineta

- 1 - No meio do passeio
- 2 - Encostada a um edifício
- 3 - Encostada a uma árvore/poste de iluminação
- 4 - Na estrada/estacionamento de automóveis
- 5 - Num estacionamento de bicicletas/trotinetas
- Outro (especifique)

21. Na última vez que usou a trotinete elétricas, porque é que optou por este modo?

- Porque era rápido
- Porque me permite aceder rapidamente aos transportes públicos
- Porque era fácil
- Porque não tinha alternativa de transporte público

- Porque gosto de andar de trotineta
- Porque a pé seria mais demorado
- Porque a pé seria mais cansativo
- Porque a rede ciclável servia a minha viagem
- Porque não tenho carro
- Porque seria mais caro se fosse de carro
- Porque seria mais complicado se fosse de carro (por exemplo: estacionar, percurso, etc.)
- Porque prefiro ir de trotineta do que ir de transporte público
- Porque é mais rápido do que qualquer outro modo (por exemplo: transporte público)
- Porque não havia alternativas de modo partilhados (automóveis, bicicletas) suficientemente próximo de mim
- Porque estava com tempo e apeteceu-me
- Porque estava a chover
- Porque a rua era a subir
- Não me recordo
- Porque quis experimentar o sistema
- Outra (especifique)

22. Se não tivesse disponível nenhuma trotineta elétrica partilhada, o que faria?

- Faria a mesma viagem utilizando outro modo de transporte (por exemplo, a pé, de carro, autocarro, etc.)
- Não realizaria essa viagem

23. Se não tivesse disponível nenhuma trotineta elétrica partilhada, que modo de transporte utilizaria?

Escolha o modo, ou modos combinados para a mesma viagem.

- |  |                                    |   |
|--|------------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> A pé                              | <input type="checkbox"/> Metro     | <input type="checkbox"/> Táxi ou equivalente  |
| <input type="checkbox"/> Automóvel particular              | <input type="checkbox"/> Comboio   | <input type="checkbox"/> Motociclo partilhado |
| <input type="checkbox"/> Automóvel, como passageiro        | <input type="checkbox"/> Barco     | <input type="checkbox"/> Bicicleta partilhada |
| <input type="checkbox"/> Automóvel partilhado (carsharing) | <input type="checkbox"/> Motociclo | <input type="checkbox"/> Trotineta            |
| <input type="checkbox"/> Autocarro/Elétrico                | <input type="checkbox"/> Bicicleta | <input type="checkbox"/> Outro (especifique)  |

24. A última viagem que fez com a trotineta elétrica partilhada, foi em que altura do dia?

- De manhã
- À hora de almoço
- Durante a tarde
- Ao final de tarde
- De noite
- Outro (especifique)

25. Qual a origem da sua última viagem na trotineta elétrica partilhada?

Indique o local, um ponto de referência ou os 7 dígitos do código postal (se conhecer).

26. Qual o destino da sua última viagem na trotineta elétrica partilhada?

Indique o local, um ponto de referência ou os 7 dígitos do código postal (se conhecer).



27. Na sua última viagem com a trotineta elétrica partilhada, onde/como deixou estacionada a trotineta elétrica que utilizou?

- 1 - No meio do passeio
- 2 - Encostada a um edifício
- 3 - Encostada a uma árvore/poste de iluminação
- 4 - Na estrada/estacionamento de automóveis
- 5 - Num estacionamento de bicicletas/trotinetas
- Outro (especifique)

#### Preferências e opiniões dos utentes das trotinetas elétricas partilhadas

28. Costuma usar capacete quando recorre à trotinete elétrica?

- Sim, sempre que posso
- Às vezes
- Não

29. Na sua última viagem com a trotineta elétrica utilizou capacete?

- Sim
- Não
- Não me recordo

30. Por onde prefere circular com a trotineta elétrica partilhada?

- Ciclovía
- Passeio
- Estrada

31. Se não existir ciclovia no seu caminho, por onde prefere circular com a trotineta elétrica partilhada?

- Passeio
- Estrada

32. Na sua viagem com a trotineta elétrica partilhada, por que piso circulou?

- Ciclovia
- Passeio
- Estrada

33. Como classifica a manobrabilidade das trotinetas elétricas partilhadas?

Péssimo (muito difícil)  Neutro  Perfeita (muito fácil)

34. Como classifica o conforto das trotinetas elétricas partilhadas, nas subidas?

Péssimo (muito desconfortável)  Neutro  Perfeita (muito confortável)

35. Como classifica a potência das trotinetas elétricas partilhadas, nas subidas?

Péssima  Neutro  Perfeita

36. Como classifica a velocidade das trotinetas elétricas partilhadas?

Péssima (muito lenta)  Neutro  Perfeita (muito rápida)

37. Como classifica a segurança das trotinetas elétricas partilhadas?

Péssima (muito inseguro)  Neutro  Perfeita (muito seguro)

38. Que tipo de sistema de travagem prefere utilizar?

- Elétrico
- Manual

39. Como classifica o custo de utilização das trotinetas elétricas partilhadas?

Péssimo (extremamente caro)  Neutro  Perfeito (extremamente acessível)

40. Como classifica o sistema de trotinetas elétricas partilhadas, de uma forma global?

Péssimo  Neutro  Perfeito

41. Que alterações o encorajariam a utilizar mais o sistema de trotinetas elétricas partilhadas?

Escolha até 3 melhorias

- Mais trotinetas elétricas partilhadas disponíveis
- Trotinetas elétricas partilhadas noutras localidades (exemplo: Amadora, Cascais, Almada, Odivelas, entre outras)



- Custos de desbloqueio mais baixo
- Custos por minuto mais baixo
- Trotinetas elétricas partilhadas com assentos
- A existência de mais ciclovias
- Maior duração da bateria
- Ter um sistema de travagem mais confiável
- Existência de aulas de condução de trotinetas
- Melhoria da suspensão/amortecedores
- Existência de um passe mensal ou anual
- Nenhuma mudança me faria utilizar mais o sistema de trotinetas elétricas partilhadas
- Outra (especifique)

42. Das melhorias que escolheu previamente, por favor ordene-as, desde a mais importante (1) à menos importante (3).

Caracterização sociodemográfica, de habitação, e de mobilidade do participante

43. Idade

44. Género

- Feminino
- Masculino
- Outro

45. Quantas pessoas habitam no seu local de residência?

46. Tem dependentes menores no seu agregado familiar?

- Sim
- Não

47. Quantos dependentes tem?

48. Qual a idade do/a dependente mais novo/a?

- Menos de um ano
- 1 a 5 anos
- 6 a 11 anos
- 12 a 16 anos
- 16 a 18 anos
- Mais de 18 anos

49. Educação. Qual o seu último grau completo?

- 1º Ciclo (4º ano)
- 2º Ciclo (6º ano)
- 3º Ciclo (9º ano)
- Ensino secundário (12º ano)
- Licenciatura ou equivalente
- Mestrado/MBA ou equivalente
- Doutoramento

50. Qual a sua situação laboral?

- Estudante
- Bolseiro/a de investigação
- Trabalhador/a com um local de trabalho
- Trabalhador/a com vários locais de trabalho
- Trabalhador/a e estudante
- Trabalhador/a a partir de casa
- Desempregado/a
- Reformado/a
- Outro (especifique)

51. Rendimentos

- Os meus rendimentos permitem-me viver sem dificuldades
- Os meus rendimentos permitem-me viver com moderada facilidade
- Vivo com dificuldades financeiras
- Não tenho rendimentos

52. Pensando no seu padrão de atividade (trabalho, lazer, etc.) e deslocações regulares, costuma utilizar transportes públicos?

- Sim
- Não

53. Que tipo de título de transportes públicos costuma comprar?

- Passe mensal de transportes públicos
- Passe anual da GIRA
- Costumo comprar bilhetes avulso
- Zapping
- Tenho o meu cartão Lisboa Viva associado ao meu cartão multibanco
- Outro (especifique)

54. Qual o seu título de transporte mensal

- Passe Navegante (30€)
- Passe Metropolitano (40€)
- Outro (especifique)

55. Que operadores de transportes públicos costuma usar?

- |   |  |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Carris                     | <input type="checkbox"/> Rodoviária do Tejo (RT)                 |
| <input type="checkbox"/> Metropolitano de Lisboa    | <input type="checkbox"/> Scotturb (SC)                           |
| <input type="checkbox"/> Comboios de Portugal (CP)  | <input type="checkbox"/> Sulfertagus (SFT)                       |
| <input type="checkbox"/> Fertagus                   | <input type="checkbox"/> Transportes coletivos do Barreiro (TCB) |
| <input type="checkbox"/> Transtejo/Soflusa          | <input type="checkbox"/> Transportes Sul do Tejo (TST)           |
| <input type="checkbox"/> Metro do Sul do Tejo (MTS) | <input type="checkbox"/> Vimeca                                  |
| <input type="checkbox"/> Rodoviária de Lisboa (RL)  | <input type="checkbox"/> Outro (especifique)                     |

56. Existe alguma trotineta em sua casa que possa utilizar e que seja adequada para deslocações urbanas?

- Sim
- Não

57. Existe algum automóvel na sua residência que possa utilizar?

- Sim
- Não

58. No seu local de trabalho tem a possibilidade de estacionamento de automóvel gratuito?

Por exemplo, parque de estacionamento próprio da empresa ou utilização de um dístico de estacionamento.

- Sim
- Não
- Não sei

59. Na sua escola/universidade tem a possibilidade de estacionamento de automóvel gratuito?

Por exemplo, existência de um parque estacionamento próprio da escola/universidade ou com dístico de estacionamento.

- Sim
- Não
- Não sei

60. Na sua zona residencial tem possibilidade de estacionamento de automóvel gratuito?

Por exemplo, a utilização de dístico de estacionamento.

- Sim
- Não
- Não sei

61. Alguma das trotinetas é elétrica?

- Sim

- Não

62. Vive ou trabalha/estuda em Lisboa?

- Vivo em Lisboa e trabalho/estudo em Lisboa
- Vivo em Lisboa, mas não trabalho/estudo em Lisboa
- Não vivo em Lisboa, mas trabalho/estudo em Lisboa
- Não vivo em Lisboa, nem trabalho/estudo em Lisboa
- Estou de visita em Lisboa, em turismo

63. Na sua cidade residência existe a possibilidade de utilizar trotinetas elétricas partilhadas?

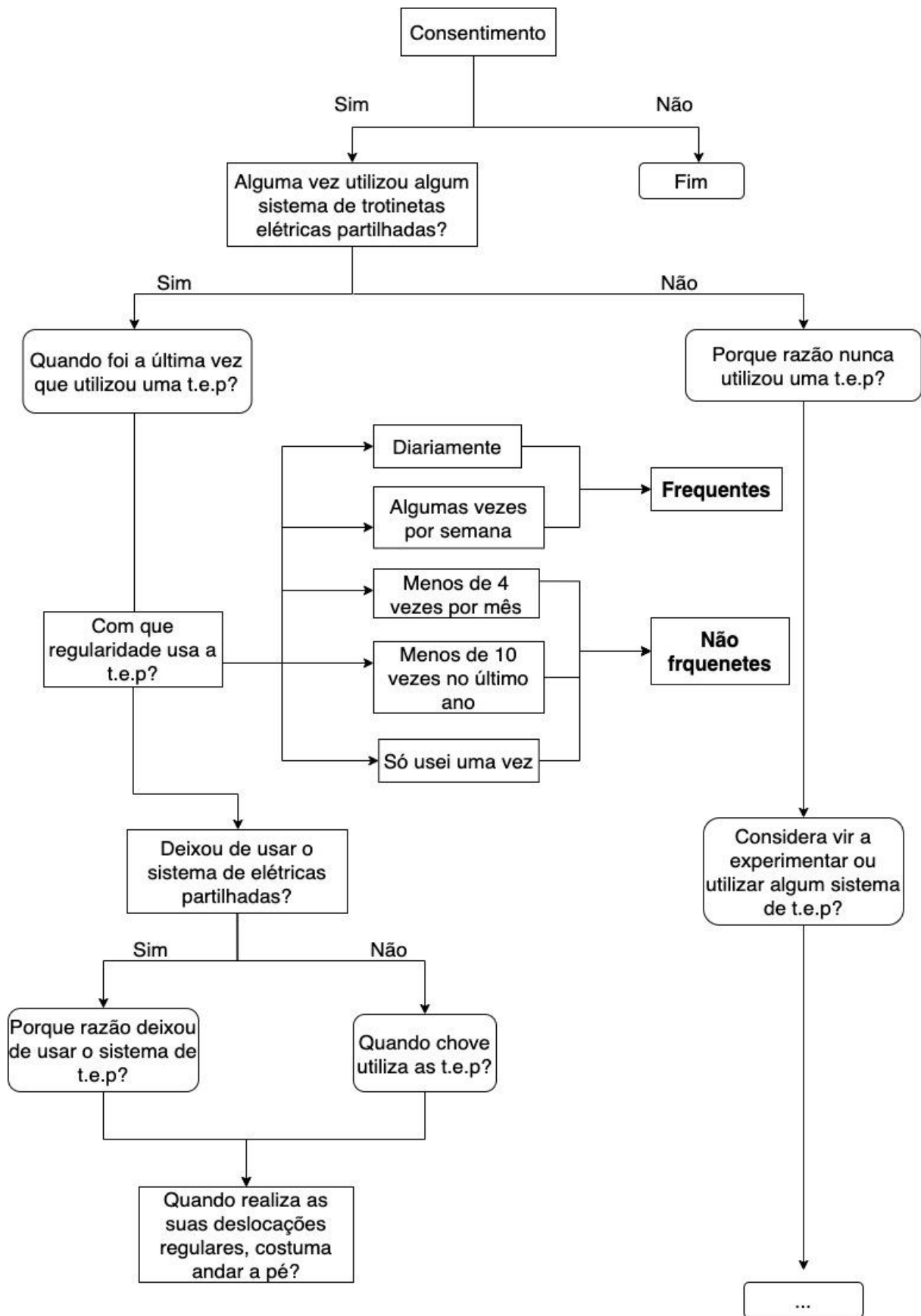
- Sim
- Não
- Não sei

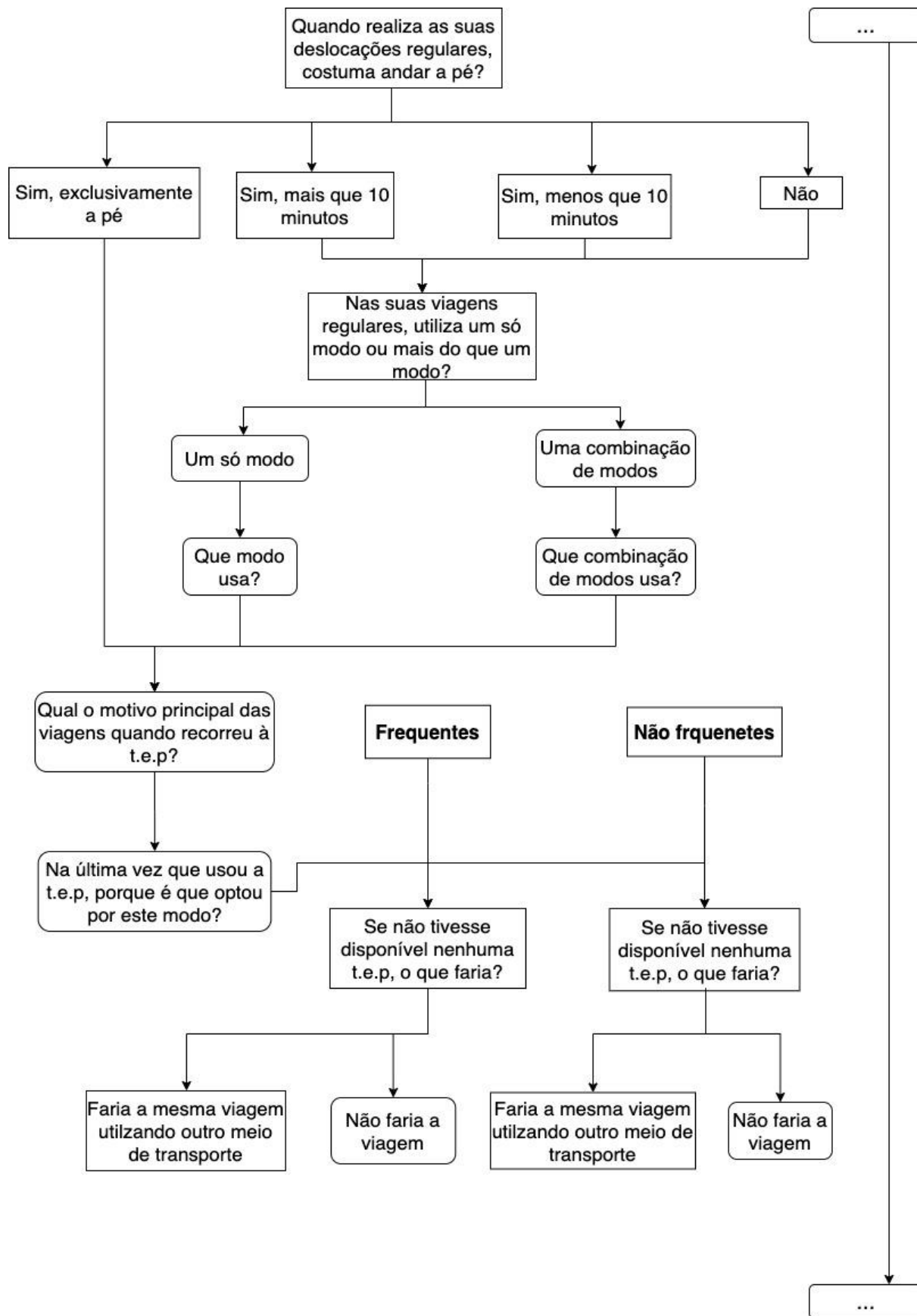
64. Por favor, indique o código-postal do seu local de residência.

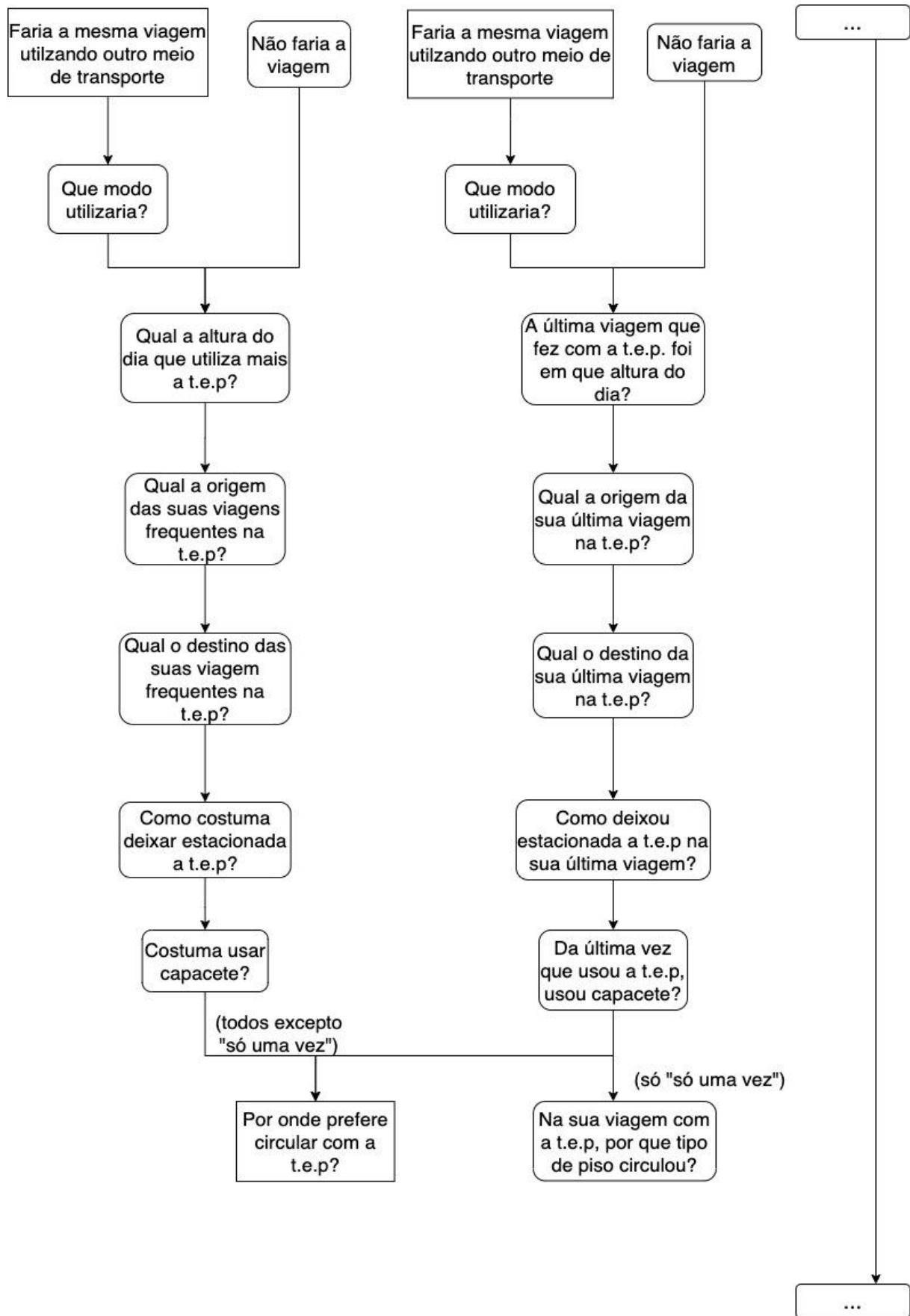
#### Sugestões e comentários

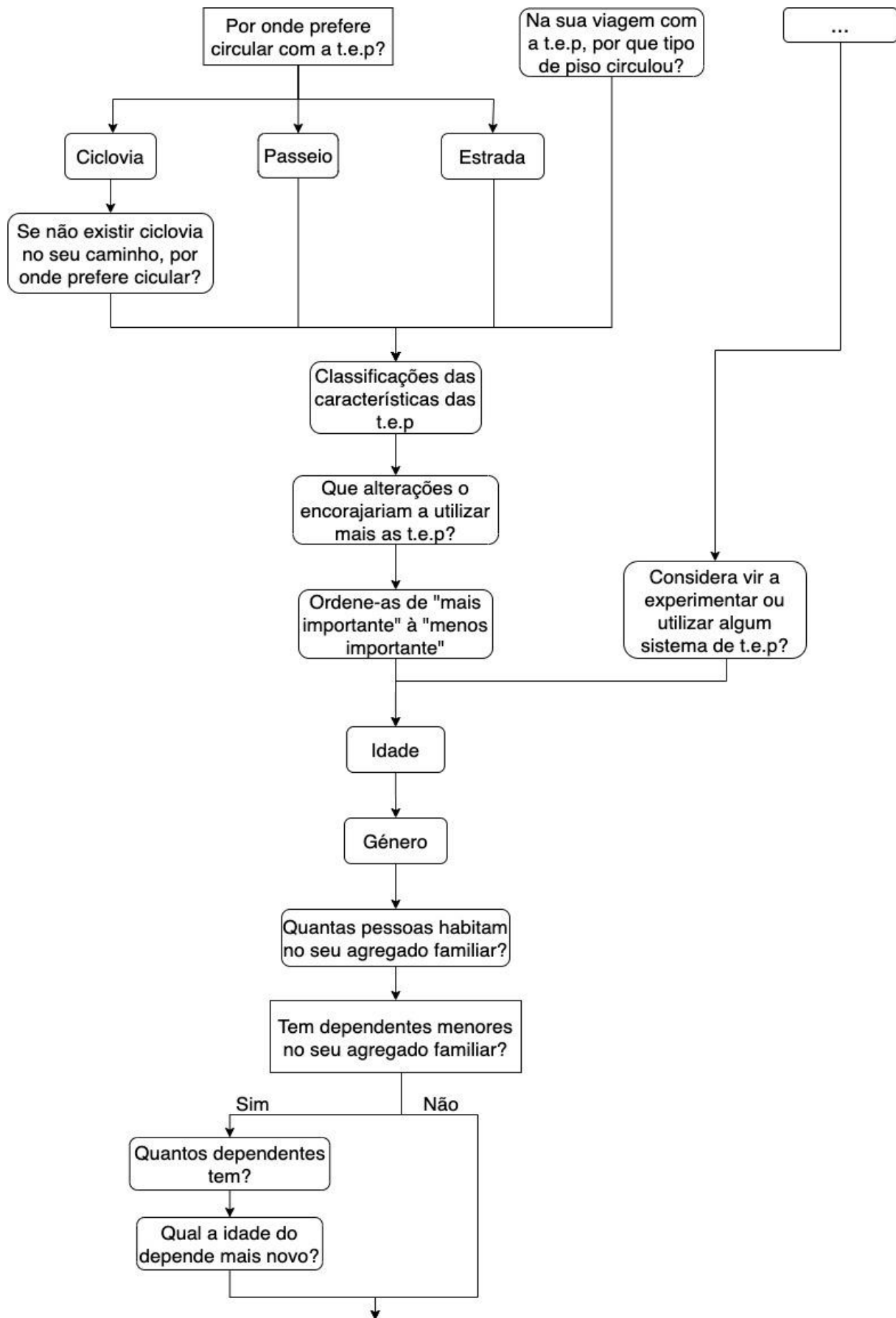
65. Comentários.

## A.2 – Diagrama de ramificação

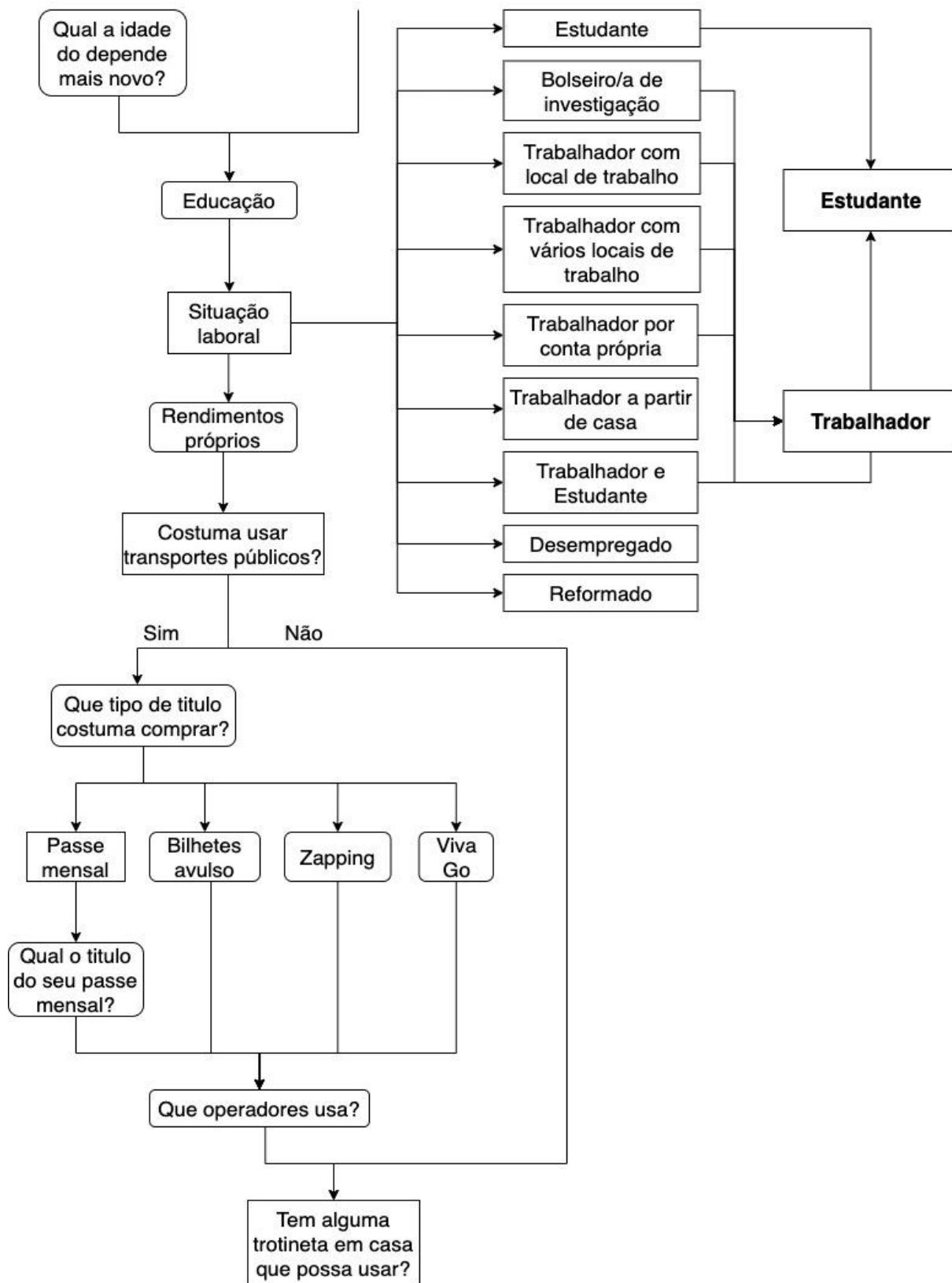


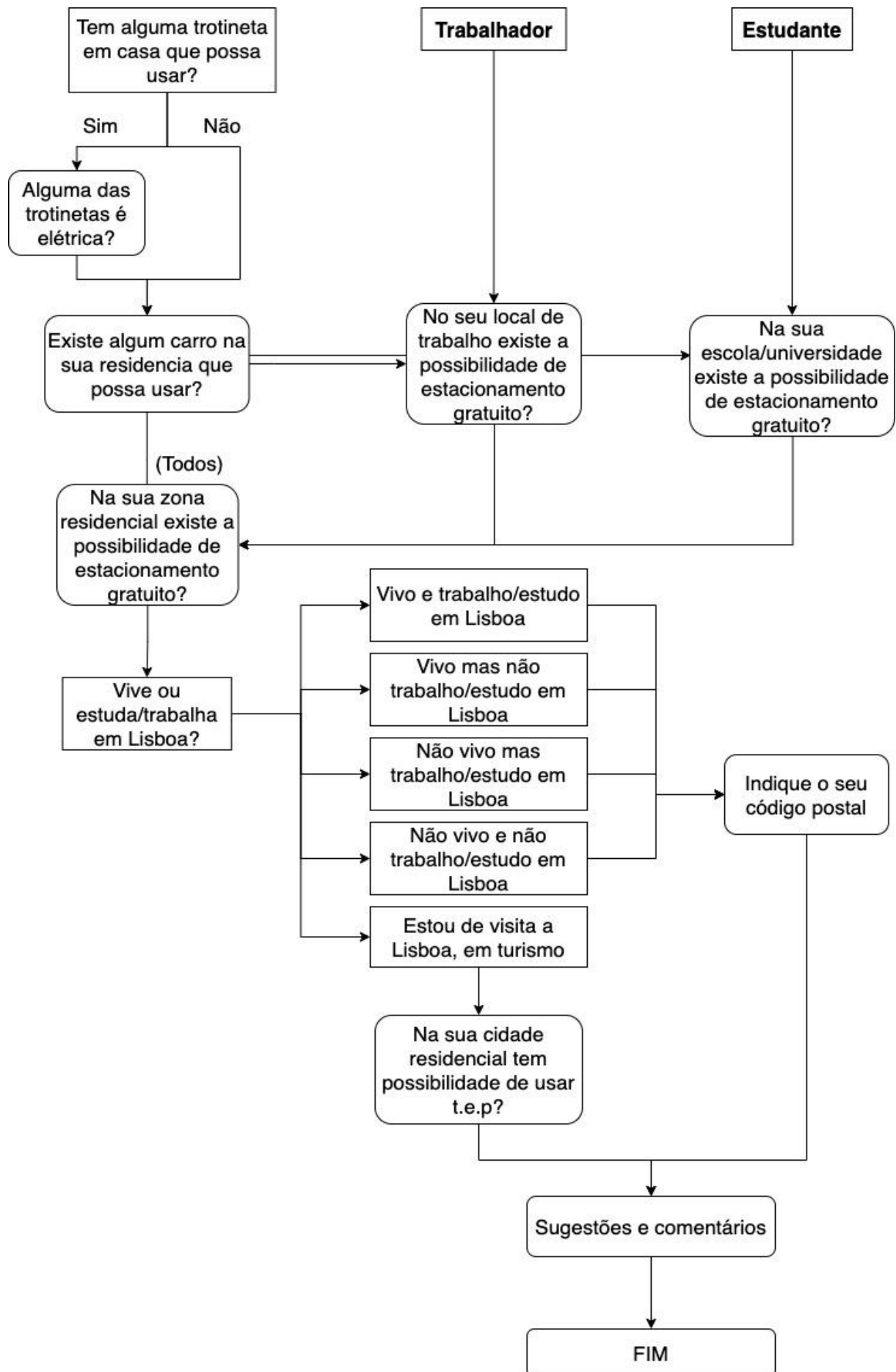












## Anexo B – Lista dos atributos estudados nos modelos de escolha discreta

Atributo	Descrição
<b>Auto</b>	Variável binária. Utilização do automóvel nas viagens diárias
<b>Auto_TP</b>	Variável binária. Utilização da combinação automóvel e transportes públicas nas viagens diárias
<b>Feminino</b>	Variável binária. Género do indivíduo ser feminino.
<b>Hponta</b>	Variável binária. Realizar as viagens com a trotineta durante as horas de ponta da manhã e da tarde
<b>Idade</b>	Idade do respondente, em anos. Valores categorizados da seguinte forma: 1 = até aos 17 anos; 2 = dos 18 aos 25 anos; 3 = dos 26 aos 35 anos; 4 = dos 36 aos 50 anos; 5 = dos 51 aos 65 anos; 6 = mais que 65 anos; -1 representa resposta em branco
<b>Adulto</b>	Variável constituída pelas categorias 4, 5 e 6 do atributo “idade”
<b>Jovem</b>	Variável constituída pelas categorias 1 e 2 do atributo “idade”
<b>Licen_Mestr</b>	Variável binária. Nível de educação do indivíduo ser licenciatura ou mestrado
<b>Mês</b>	Variável binária. Frequência de utilização da trotineta mensalmente
<b>ModoComb</b>	Variável binária. Utilização de apenas um modo de transporte nas viagens diárias
<b>Msuaves</b>	Variável binária. Utilização de modos suaves nas viagens diárias
<b>Outros</b>	Variável binária. Utilização de outros modos (táxi, motociclo) nas viagens diárias
<b>Passear</b>	Variável binária. O motivo da realização da viagem ser passear
<b>Passeio</b>	Variável binária. Circulação no passeio aquando utilização da trotineta
<b>PeMaisDez</b>	Variável binária. Realização de uma viagem a pé com duração superior a 10 minutos, diariamente
<b>Rendimentos</b>	Rendimentos próprios dos respondentes. Variável categorizada da seguinte forma: 0 = Não tenho rendimentos; 1 = Vivo com dificuldades financeiras; 2 = Os meus rendimentos permitem-me viver com moderada facilidade; 3 = Os meus rendimentos permitem-me viver sem dificuldades; -1 representam respostas em branco
<b>Semana</b>	Variável binária. Frequência de utilização da trotineta semanalmente
<b>Subs</b>	Variável binária. Se o respondente realizaria a viagem, mesmo se não tivesse usado a trotineta
<b>Tempo_Auto</b>	Duração da viagem, entre a origem e destino cedido pelo utente, de automóvel

<b>Tempo_Suaves</b>	Duração da viagem, entre a origem e destino cedido pelo utente, de bicicleta regular
<b>Tempo_Walk</b>	Duração da viagem, entre a origem e destino cedido pelo utente, a pé
<b>TP</b>	Variável binária. Utilização de transportes públicos nas viagens diárias
<b>Uma_Vez</b>	Variável binária. Frequência de utilização da trotineta. Só usou uma vez
<b>ViveLx</b>	Variável binária. Se o utilizador indica um código-postal de residência pertencente ao concelho de Lisboa