U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

MICROMOBILIDADE - TROTINETES ELÉTRICAS

Padrões de Utilização, Regulamentação e Desafios para a Gestão Urbana

ANA RITA SILVA BARROS

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Orientador: Professor Doutor Mário Augusto Pires Vaz

Coorientador: Doutor Francisco Castro

JULHO 2026

MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS 2025/2026

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E GEORRECURSOS

Tel. +351-22-508 1901

✉ mesho@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

✉ feup@fe.up.pt

🌍 http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais - 2025/2026 - Departamento de Engenharia Civil e Georrecursos, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2026*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

Conhecimento é Poder

Francis Bacon

AGRADECIMENTOS

A concretização desta dissertação assinala o término de uma etapa particularmente importante do meu percurso académico e pessoal. Este trabalho não teria sido possível sem o apoio, orientação e incentivo de diversas pessoas e instituições, às quais gostaria de expressar a minha sincera gratidão.

Em primeiro lugar, agradeço ao Professor Doutor Mário Vaz, meu orientador de dissertação e Diretor do Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais, pela orientação, exigência científica e confiança demonstradas ao longo de todo o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Francisco Castro, do Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial (INEGI), agradeço a permanente disponibilidade, o interesse demonstrado pelo tema, a partilha de conhecimento e o apoio prestado em diferentes fases deste projeto. A sua colaboração e aconselhamento constituíram um contributo valioso para a qualidade e desenvolvimento deste trabalho.

À Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (ANSR), agradeço a colaboração institucional e a disponibilização de informação essencial para a realização desta investigação. Dirijo um agradecimento especial ao Dr. Augusto Torbay, pela disponibilidade e apoio demonstrados durante o processo de recolha e esclarecimento dos dados utilizados nesta dissertação.

Aos meus colegas de curso, agradeço a entreajuda e todos os momentos partilhados ao longo deste percurso académico. Um agradecimento especial à minha colega e amiga Bárbara, pelo apoio e companheirismo constantes, que tornaram esta caminhada mais leve e enriquecedora.

À minha família, expresso a minha mais profunda gratidão pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo constante ao longo de todo o meu percurso académico.

Um agradecimento muito especial ao meu irmão, Hugo, pelo apoio, amizade, paciência e encorajamento ao longo destes anos. A sua presença constante e confiança em mim foram uma importante fonte de motivação nos momentos mais desafiantes.

Por fim, a todos os que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a concretização deste trabalho e para o meu percurso académico, deixo o meu mais sincero agradecimento.

Muito obrigada.

RESUMO

A presente dissertação tem como principal objetivo analisar o fenómeno das trotinetes elétricas no contexto da micromobilidade urbana, procurando compreender os benefícios associados à sua utilização, bem como os desafios e riscos que esta acarreta. Para o efeito, foi realizada uma revisão da literatura científica dedicada à micromobilidade, à sinistralidade rodoviária, à regulamentação aplicável e às características técnicas destes veículos. Complementarmente, foram analisados dados relativos à sinistralidade da micromobilidade, permitindo uma melhor compreensão da realidade nacional e dos principais fatores associados à ocorrência de acidentes.

Numa primeira fase, procedeu-se ao enquadramento conceptual da micromobilidade e à caracterização das trotinetes elétricas enquanto modo de transporte emergente. Posteriormente, foram abordados os aspetos técnicos, legais e regulamentares relacionados com a sua utilização, identificando-se as principais medidas adotadas a nível nacional e internacional. Por fim, foi analisada a problemática da segurança rodoviária, com especial enfoque nos fatores de risco, nos padrões de utilização e nas lesões mais frequentemente associadas a acidentes envolvendo estes veículos.

Os resultados obtidos demonstram que as trotinetes elétricas apresentam um elevado potencial para contribuir para sistemas de mobilidade urbana mais sustentáveis, flexíveis e eficientes, complementando outros modos de transporte e promovendo alternativas ao uso do automóvel em viagens de curta distância. No entanto, a sua utilização continua associada a desafios significativos ao nível da segurança, destacando-se aspetos relacionados com o comportamento dos utilizadores, a qualidade das infraestruturas, a partilha do espaço público e determinadas características dos próprios veículos e a regulamentação.

PALAVRAS-CHAVE: micromobilidade, micro-veículo, trotinetes elétricas, legislação e regulamentação.

ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to analyse the phenomenon of e-scooters within the context of urban micromobility, seeking to understand both the benefits associated with their use and the challenges and risks they entail. To achieve this, a review of the scientific literature on micromobility, road traffic accidents, applicable regulations, and the technical characteristics of these vehicles was conducted. In addition, data related to micromobility accidents were analysed, providing a better understanding of the national context and the main factors associated with accident occurrence.

The study began with a conceptual overview of micromobility and a characterisation of electric scooters as an emerging mode of transport. Subsequently, the technical, legal, and regulatory aspects related to their use were examined, identifying the main measures adopted at both national and international levels. Finally, the issue of road safety was analysed, with particular emphasis on risk factors, usage patterns, and the injuries most frequently associated with accidents involving these vehicles.

The results demonstrate that e-scooters have significant potential to contribute to more sustainable, flexible, and efficient urban mobility systems by complementing existing transport modes and providing an alternative to car use for short-distance trips. However, their use continues to be associated with significant safety challenges, particularly those related to user behaviour, infrastructure quality, the sharing of public space, specific vehicle characteristics, and the existing regulatory framework.

KEYWORDS: Micromobility, micro-vehicle, e-scooters, legislation, regulation.

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos i
Resumo ii
Abstract iii
1 Introdução 1
1.1 Problema de investigação 4
1.2 Objetivo geral 4
1.3 Objetivos específicos 5
1.4 Apresentação da entidade 5
1.5 Estrutura da tese 6
2 Fundamentação teórica 7
2.1 Micromobilidade: Conceito e evolução 8
2.2 Trotinetes elétricas: fundamentos tecnológicos e tipologia 11
2.3 Padrões de utilização e determinantes 15
2.4 Segurança rodoviária e sinistralidade associada a trotinetes elétricas 19
2.4.1 Acidentes e fatores de risco 19
2.4.2 Perfil das lesões e utilizadores vulneráveis 21
2.4.3 Infraestrutura Urbana e Segurança da Micromobilidade 23
2.4.4 Desafios para a integração segura da micromobilidade 25
2.5 Enquadramento legal e normativo 27
2.5.1 Enquadramento europeu 28
2.5.2 Enquadramento Nacional 30
2.5.3 Enquadramento Municipal 32
2.6 Revisão Sistemática da Literatura 35
2.6.1 Metodologia Prisma 35
2.6.2 Resultados da revisão sistemática 36
2.6.2.1 Padrões de utilização 37
2.6.2.2 Segurança e sinistralidade 39
2.6.2.3 Regulamentação 42
2.6.2.4 Gestão urbana 44
3 Caracterização da sinistralidade rodoviária (2010-2023) 47
3.1 Enquadramento metodológico e caracterização dos dados 47
3.2 Evolução da sinistralidade rodoviária em Portugal (2010–2023) 48
3.3 Evolução da sinistralidade Feridos Graves e Feridos Leves (2010–2023) 50
3.4 Utilizadores vulneráveis: peões e condutores 52
3.4.1 Análise distrital (2010-2023) 53
3.4.2 Sinistralidade urbana no Porto: evolução dos feridos leves 55
3.5 Evolução global da sinistralidade no concelho do Porto 58
4 Resultados e discussão 60
4.1 Padrões de utilização das trotinetes elétricas 60
4.2 Segurança e sinistralidade 61
4.3 Regulamentação e Gestão Urbana 62
5 Recomendações para a gestão urbana 64
5.1 Infraestruturas e organização do espaço público 64

5.2 Regulamentação e segurança rodoviária 65
5.3 Recolha e monitorização de dados 66
5.4 Integração da micromobilidade nos sistemas de transporte 67
6 Conclusões 68
6.1 Principais conclusões 68
6.2 Contributos da investigação 69
6.3 Limitações do estudo 70
6.4 Proposta para investigação futura 72
Referências Bibliográficas 73
Anexos 78
A.1 Casos reportados na comunicação social sobre utilização e sinistralidade associada às trotinetes elétricas 78
A.2 Fluxograma Prisma 81
A.3 Metainformação da ANSR 82
A.4 Tabelas estatísticas completas 83
..... 86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proposta de definição e classificação de micromobilidade (ITF, 2020) 8
Figura 2 Operadores de micromobilidade em funcionamento em Lisboa (CML, 2019) 10
Figura 3 Constituição Trotinete Elétrica (Fonte:adaptado de Teverun) 12
Figura 4 Distribuição dos utilizadores segundo o padrão de mobilidade unimodal e multimodal (Fonte: Pinto, 2020) 16
Figura 5 Modos de transporte utilizados diariamente por utilizadores unimodais e multimodais (Fonte: Pinto, 2020) 16
Figura 6 "Cykelslangen" (Fonte: Revista Projeto, 2014) 24
Figura 7 Boas práticas internacionais na integração da micromobilidade e promoção da segurança rodoviária (Fonte: Elaboração própria com recurso ao Microsoft Copilot para apoio à organização visual da figura, com base em ITF (2020), ETSC (2024) e Comissão Europeia (2024). O conteúdo foi revisto e validado pela autora.) 30
Figura 8 Acidentes com vítimas entre 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024) 48
Figura 9 Comparação Feridos Graves com Leves (Fonte: BEAV, 2024) 50
Figura 10 Acidentes com Vítimas mortais a 30 dias (Fonte: BEAV, 2024) 53
Figura 11 Feridos Leves Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024) 56
Figura 12 Evolução da Sinistralidade no Concelho do Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024) 58
Figura 13 Notícia 1 (Fonte: Correio da Manhã, 2021) 78
Figura 14 Notícia 2 (Fonte: ACP, 2025) 78
Figura 15 Notícia 3 (Fonte: Sic Notícias, 2026) 79
Figura 16 Notícia 4 (Fonte: Jornal de Notícias, 2026) 79
Figura 17 Notícia 5 (Fonte: Correio da Manhã, 2026) 80
Figura 18 Fluxograma PRISMA 2020 81
Figura 19 Metainformação Estatística Sinistralidade (Fonte: BEAV, 2024) 82
Figura 20 Acidentes com vítimas e acidentes com pelo menos 1 vítima mortal a 30 dias – Continente 2010-2017 (Fonte: BEAV, 2024) 83
Figura 21 Acidentes com vítimas e acidentes com pelo menos 1 vítima mortal a 30 dias – Continente 2018-2023 (Fonte: BEAV, 2024) 84
Figura 22 Vítimas a 30 dias Continente 2010-2017 (Fonte: BEAV, 2024) 85
Figura 23 Vítimas a 30 dias Continente 2018-2023 (Fonte: BEAV, 2024) 86
Figura 24 Feridos Leves Concelho do Porto 2010-2013 (Fonte: BEAV, 2024) 87
Figura 25 Vítimas Mortais a 30 dias Concelho do Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024) 88
Figura 26 Feridos Graves a 30 dias Concelho do Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024) 89

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Distribuição dos estudos por temática 36

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

ACP	Automóvel Club de Portugal
AML	Área Metropolitana de Lisboa
ANSR	Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária
BEAV	Boletim Estatístico de Acidentes de Viação
CITA	International Motor Vehicle Inspection Committee
CMP	Câmara Municipal do Porto
DECG	Departamento de Engenharia Civil e Georrecursos
EMEL	Empresa Municipal de Mobilidade e Estacionamento de Lisboa
EN	European Standard (Norma Europeia)
ETSC	European Transport Safety Council
FHWA	Federal Highway Administration
GPS	Global Positioning System
INEGI	Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial
ITF	International Transport Forum
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
MESHO	Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
PLEV	Personal Light Electric Vehicle
PMD	Personal Mobility Device
PMUS	Plano de Mobilidade Urbana Sustentável
PRISMA	Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
RIS	Research Information Systems Format
UE	União Europeia
URL	Uniform Resource Locator
WHO	World Health Organization
WoS	Web of Science

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as cidades enfrentam transformações profundas nos seus sistemas de mobilidade, impulsionadas pela necessidade de reduzir o tráfego, a poluição e a dependência dos automóveis privados. Por este motivo, surgiu com força o conceito de micromobilidade, que se refere ao conjunto de veículos leves, geralmente de baixa velocidade, reduzido impacto ambiental e adequados para deslocações de curta distância em meio urbano. À medida que a investigação foi evoluindo, o termo deixou de ser entendido apenas enquanto categoria técnica de veículos, passando a abranger dimensões sociais, culturais, regulatórias e infraestruturais que moldam a forma como estes modos são adotados e integrados nas cidades. A literatura recente reforça precisamente esta leitura ampliada, destacando a micromobilidade como um sistema sociotécnico que envolve não só veículos, bicicletas, e-bikes, trotinetes elétricas, mas também o comportamento dos utilizadores, o desenho urbano, a legislação e os modelos de governação municipal (Zhang *et al*., 2023).

Nos últimos anos, as trotinetes elétricas tornaram-se um dos dispositivos mais visíveis desta transformação. A sua expansão global iniciou-se sobretudo entre 2017 e 2018, com o surgimento de sistemas de partilha (*dockless*), geridos na sua maioria por empresas privadas. A facilidade de acesso, a flexibilidade do estacionamento e a motorização elétrica tornaram as trotinetes atrativas para deslocações curtas e imediatas, contribuindo para novos padrões de mobilidade urbana. Estudos internacionais mostram que estas viagens tendem a concentrar-se em áreas centrais, recreativas e próximas de interfaces de transporte, funcionando como complemento ao transporte público e, em alguns casos, como substituto de deslocações antes realizadas a pé, de bicicleta ou mesmo de automóvel. As estatísticas de utilização demonstram ainda picos consistentes ao longo do dia, principalmente ao meio-dia e ao final da tarde, assim como diferentes perfis de utilizadores e motivos de viagem, apontando para uma dinâmica com-

plexa na forma como as trotinetes se inserem na mobilidade quotidiana (Badia & Jenelius, 2023).

A escala desta transformação é significativa. Em 2022, mais de 240 milhões de viagens em trotinetes partilhadas foram registadas em 515 cidades europeias, um número que espelha a rapidez com que este modo de transporte se consolidou no espaço urbano e que simultaneamente expõe os desafios associados ao seu crescimento. Apesar do entusiasmo inicial, a proliferação desta solução sem enquadramento regulatório claro resultou em proble-

mas relacionados com estacionamento desordenado, circulação em passeios, conflitos entre utilizadores e peões e aumento de sinistralidade, aspetos que obrigaram a rever normas e procedimentos. De facto, vários relatórios europeus sublinham a necessidade urgente de harmonizar regras técnicas e de circulação, de modo a reduzir a fragmentação regulatória e assegurar requisitos mínimos de segurança, como limite de velocidade, sistemas de travagem, iluminação e formação dos utilizadores. A Comissão Europeia e o *European Transport Safety Council* (ETSC), bem como outras organizações, destacam ainda preocupações com acidentes graves e mortes envolvendo trotinetes, recomendando medidas como limites de velocidade de 20 km/h, idade mínima, capacete obrigatório e restrições ao uso sob influência de álcool (ETSC, 2024; *Micromobilityforeurope*, 2024).

Neste cenário, a problemática torna-se particularmente relevante para a gestão urbana. O rápido crescimento da micromobilidade, e em particular das trotinetes elétricas, expõe tensões entre inovação, segurança, espaço público e regulamentação. Por um lado, estes veículos têm potencial para reduzir emissões, melhorar a ligação ao transporte público e oferecer alternativas práticas para deslocações curtas, contribuindo para cidades mais sustentáveis.

Estudos recentes de análise de ciclo de vida mostram que as emissões associadas às trotinetes elétricas variam entre 30 e 124 g CO_2 e por km, dependendo de fatores como a intensidade carbónica da eletricidade, a durabilidade dos equipamentos e a eficiência na recolha e redistribuição das frotas. Isto significa que as políticas locais podem ter impacto direto no desempenho ambiental deste modo, reforçando a necessidade de estratégias ajustadas ao contexto urbano. Por outro lado, persistem riscos associados à sinistralidade. Relatórios do *International Transport Forum* - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (ITF/OECD) indicam que, apesar de a segurança por km percorrido estar a melhorar, o número e a gravidade das lesões continuam a justificar intervenções estruturais,

incluindo redes seguras, fiscalização eficaz e integração dos dados hospitalares e policiais para formulação de políticas baseadas em evidência (ITF, 2024; Jia & Gao, 2025).

Em Portugal, esta problemática reflete-se num enquadramento legal ainda em desenvolvimento. O Código da Estrada equipara as trotinetes elétricas (até 250 W e 25 km/h) a velocípedes, determinando que podem circular em ciclovias e na via pública, mas não em passeios. Contudo, a ausência de um decreto regulamentar para trotinetes acima desses limites cria um "vazio legal" frequentemente referido por operadores e utilizadores. Alguns municípios, como Lisboa e Porto, têm vindo a assumir um papel ativo na regulamentação local, introduzindo medidas como zonas obrigatórias de estacionamento, limites de velocidade, bloqueio digital de circulação em zonas pedonais e quotas máximas por operador, procurando ordenar o espaço público e mitigar problemas decorrentes da rápida adoção destes veículos. Na capital, por exemplo, avançaram com georreferenciação de zonas proibidas e integração das trotinetes no passe Navegante, já o Porto tem ajustado licenças, reforçando bicicletas e reduzindo trotinetes em circulação para melhorar a segurança e fluidez urbana (AM-Lisboa, 2022; Mobilidade CM-Porto, 2020).

A pertinência do presente trabalho emerge, assim, da necessidade de compreender como estes diferentes fatores, isto é, padrões de utilização, enquadramento legal, dinâmica urbana e impactos ambientais, se articulam na prática.

A investigação sobre micromobilidade tem crescido rapidamente, mas continua a sublinhar lacunas importantes, especialmente em contextos específicos como o português, onde a interação entre regulação nacional, iniciativas municipais e comportamentos dos utilizadores ainda carece de um estudo aprofundado. Compreender de que forma as trotinetes elétricas são utilizadas, que conflitos e oportunidades geram e como podem ser integradas de forma segura e sustentável é essencial para apoiar políticas públicas informadas, coerentes e ajustadas às realidades urbanas contemporâneas.

Neste sentido, o projeto "Micromobilidade – trotinetes elétricas: padrões de utilização, regulamentação e desafios para a gestão urbana" assume relevância académica e prática. Para além de analisar o fenómeno num momento de rápida evolução tecnológica e legislativa, contribui para o desenho de estratégias locais baseadas em evidências, articulando a

necessidade de promover mobilidade sustentável com a urgência de garantir segurança na via pública.

1.1 PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO

A crescente utilização das trotinetes elétricas tem vindo a alterar os padrões de mobilidade em muitas cidades, surgindo como uma alternativa para deslocações de curta distância e como complemento aos transportes públicos. Apesar dos benefícios associados à redução das emissões, à flexibilidade de utilização e à promoção de modos de transporte mais sustentáveis, a sua rápida expansão tem levantado inúmeros desafios relacionados com a segurança rodoviária, a ocupação do espaço público e a coexistência com outros utilizadores da via.

Paralelamente, a evolução da micromobilidade tem sido mais rápida do que a adaptação dos enquadramentos regulamentares e dos modelos de gestão urbana. Esta situação tem originado diferentes abordagens por parte das autoridades públicas, tanto a nível europeu, nacional como municipal, refletindo a dificuldade em estabelecer soluções equilibradas que promovam a utilização destes veículos sem comprometer a segurança e a organização do espaço urbano.

Apesar da investigação sobre trotinetes elétricas tenha aumentado significativamente nos últimos anos, continuam a existir lacunas relativamente à compreensão da forma como estes veículos são utilizados, dos seus impactos na segurança rodoviária e da eficácia das medidas regulamentares adotadas. No contexto português, estas limitações são agravadas pela reduzida disponibilidade de dados estatísticos específicos e pela coexistência de diferentes estratégias de gestão implementadas pelos municípios.

Neste contexto, torna-se pertinente compreender de que forma os padrões de utilização das trotinetes elétricas, o enquadramento regulamentar existente e os desafios associados à sua integração influenciam a gestão da mobilidade urbana.

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar de que forma as trotinetes elétricas são utilizadas, reguladas e integradas no espaço urbano, identificando desafios e oportunidades para a gestão municipal e para o desenvolvimento de políticas nacionais de mobilidade sustentável.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a evolução da micromobilidade na Europa, com foco nas principais tendências, lacunas e recomendações internacionais relacionadas com segurança, padrões de utilização

e enquadramento normativo;

- Analisar o enquadramento legal e regulatório aplicável às trotinetes elétricas em Portugal, identificando limitações, incoerências e implicações do "vazio regulamentar" associado aos veículos acima de 250W/25 km/h;
- Sistematizar o conhecimento científico existente sobre padrões de utilização, segurança e comportamento dos utilizadores das trotinetes elétricas;
- Propor recomendações fundamentadas que apoiem municípios e entidades reguladoras na definição de políticas públicas mais eficazes, sustentáveis e alinhadas com as tendências internacionais da micromobilidade.

1.4 APRESENTAÇÃO DA ENTIDADE

O INEGI - Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial – é um Centro de Tecnologia e Inovação, vocacionado para a realização de atividades de investigação e de inovação de base tecnológica, transferência de tecnologia, consultoria e serviços tecnológicos, orientadas para o desenvolvimento da indústria e da economia em geral. Os principais setores com que o Instituto colabora são: indústria, bens de equipamento, automóvel e transportes, aeronáutica, espaço e defesa, economia do mar, infraestruturas, saúde e desporto, e energias renováveis.

Esta dissertação de mestrado foi realizada essencialmente com o apoio de uma equipa interna do INEGI dedicada à segurança rodoviária e à investigação de acidentes de viação, recorrendo a metodologias de engenharia para a caracterização da dinâmica dos veículos, a avaliação das condições da via e a reconstrução dos acontecimentos que antecederam e decorreram durante o sinistro.

A atividade nesta área assume particular relevância no apoio a seguradoras, entidades judiciais, advogados, empresas, particulares e outros intervenientes, através da elaboração de pareceres técnicos, relatórios periciais e estudos de reconstrução de acidentes. Para além da vertente pericial, o trabalho desenvolvido contribui também para a melhoria do conhecimento técnico

em segurança rodoviária, permitindo identificar mecanismos de ocorrência, fatores de risco e oportunidades de prevenção associadas à circulação rodoviária, ao comportamento dos veículos e às infraestruturas viárias.

1.5 ESTRUTURA DA TESE

A presente dissertação encontra-se organizada em seis capítulos, estruturados de forma a permitir uma compreensão gradual da temática da micromobilidade e, em particular, das trotinetes elétricas enquanto elemento emergente da mobilidade urbana.

O Capítulo 1 apresenta o enquadramento geral do tema, a contextualização do problema de investigação, os objetivos do estudo e a organização da dissertação.

O Capítulo 2 corresponde à fundamentação teórica e ao estado da arte. Neste capítulo são abordados os conceitos fundamentais relacionados com a micromobilidade, a evolução das trotinetes elétricas, os padrões de utilização, os aspetos de segurança rodoviária, os desafios para a sua integração nas cidades, bem como o enquadramento legal e normativo aplicável. É ainda apresentada uma revisão sistemática da literatura científica sobre o tema.

No Capítulo 3 são descritos os materiais e métodos utilizados na investigação, incluindo as fontes de informação, as variáveis analisadas, os procedimentos metodológicos adotados e as limitações do estudo.

O Capítulo 4 apresenta os resultados obtidos e a respetiva discussão, relacionando a evidência empírica com a literatura científica e com o enquadramento regulamentar analisado nos capítulos anteriores.

O Capítulo 5 reúne um conjunto de recomendações para a gestão urbana da micromobilidade, identificando possíveis medidas ao nível das infraestruturas, da regulamentação, da segurança

rodoviária e da integração das trotinetes elétricas nos sistemas de transporte urbano.

Por fim, o Capítulo 6 apresenta as principais conclusões da investigação, os contributos do estudo, as respetivas limitações e algumas sugestões para futuros trabalhos de investigação nesta área.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A presente dissertação surge da necessidade de compreender melhor o papel crescente da micromobilidade, em especial das trotinetes elétricas, nas cidades de hoje. Nos últimos anos, estes veículos tornaram-se cada vez mais presentes no quotidiano urbano, sobretudo em deslocações curtas, e começaram também a influenciar a forma como o espaço público é usado, como a circulação é organizada e como os municípios pensam a mobilidade.

Esta reflexão torna-se ainda mais importante num momento em que as cidades procuram soluções mais sustentáveis, práticas e acessíveis para responder a problemas como o congestionamento, a poluição e a excessiva dependência do automóvel. Neste contexto, as trotinetes elétricas surgem como uma alternativa útil para pequenos percursos e como complemento a outros meios de transporte, nomeadamente o transporte público. No entanto, a sua crescente utilização também tem trazido desafios, como o estacionamento desordenado, a circulação em locais inadequados, os riscos para a segurança e a dificuldade em acompanhar, do ponto de vista regulamentar, a rapidez com que este fenómeno se expandiu.

Por isso, a micromobilidade não deve ser vista apenas como uma inovação tecnológica, mas também como uma realidade social, urbana e regulatória, que exige análise cuidada. A forma como estes veículos são usados depende não só das suas características técnicas, mas também das condições da cidade, da qualidade das infraestruturas, da perceção de segurança dos utilizadores e das políticas públicas que enquadram a sua circulação. Assim, torna-se essencial reunir conceitos e referências que permitam compreender este tema de forma integrada.

Neste capítulo, serão apresentados os principais conceitos ligados à micromobilidade e às trotinetes elétricas, bem como o enquadramento legal e normativo aplicável. O objetivo é construir uma base sólida que permita apoiar a análise desenvolvida ao longo da dissertação e compreender, de forma crítica, os principais desafios e oportunidades associados à presença

crescente destes veículos nas cidades.

2.1 MICROMOBILIDADE: CONCEITO E EVOLUÇÃO

A mobilidade acompanha a evolução das cidades e da forma como nelas se organizam a vida, o trabalho e o acesso aos serviços. Deslocar-se é uma necessidade diária, mas a forma como essa deslocação acontece, tem mudado de forma significativa ao longo do tempo. Durante muitos anos o automóvel privado assumiu um papel dominante na organização da mobilidade urbana, influenciando o desenho das infraestruturas, a ocupação do espaço público e até os hábitos de deslocação da população. No entanto, o crescimento das cidades, o aumento do congestionamento, as preocupações ambientais e a necessidade de tornar os sistemas de transporte mais eficientes vieram mostrar os limites desse modelo. Foi precisamente neste contexto que começaram a ganhar destaque soluções mais leves, flexíveis e adaptadas a trajetos curtos, entre as quais se insere a micromobilidade (Figura 1) (Heath, 2015).

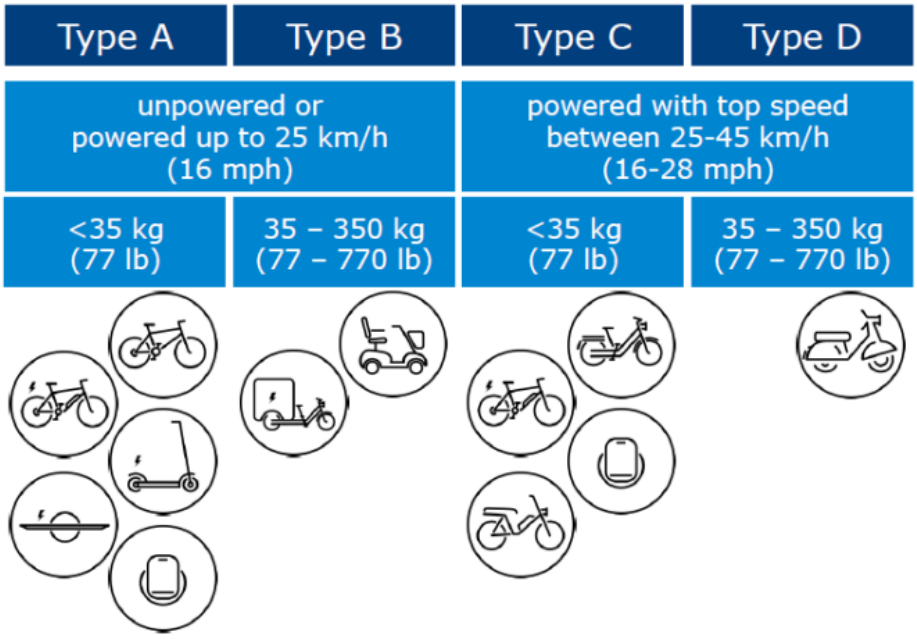


Figura 1 Proposta de definição e classificação de micromobilidade (ITF, 2020)

A evolução deste conceito está profundamente ligada à transformação da mobilidade urbana nas últimas décadas. Se, anteriormente, o foco estava sobretudo na rapidez e na capacidade de circulação dos veículos motorizados, hoje a discussão centra-se também na sustentabilidade, na acessibilidade, na conveniência e na integração entre modos.

A mobilidade deixou de ser entendida apenas como deslocação física e passou a ser vista como parte de um sistema mais amplo, onde entram em jogo a qualidade do espaço urbano, a experiência do utilizador, a segurança rodoviária e a governança das cidades. Neste enquadramento, a micromobilidade representa não só uma resposta técnica, mas também uma mudança cultural na forma como se pensa o transporte urbano (ITF, 2020; McKinsey & Company, 2025).

Ao longo do tempo, este conceito foi também alargando o seu significado. Inicialmente, associava-se sobretudo a meios de transporte manuais ou de propulsão simples, mas a incorporação de motores elétricos alterou profundamente a forma como estes veículos foram utilizados e percecionados. A introdução da componente elétrica permitiu ultrapassar algumas limitações das soluções tradicionais, nomeadamente o esforço físico exigido, a distância percorrida e a velocidade de deslocação. Com isso, a micromobilidade passou a integrar não apenas bicicletas convencionais, mas também bicicletas elétricas e trotinetes elétricas, que se afirmaram rapidamente como alternativas válidas para deslocações curtas e médias em ambiente urbano (ITF, 2024; McKinsey & Company, 2025).

Entre estes veículos, as trotinetes elétricas assumiram um papel especialmente visível. Embora o seu crescimento recente esteja muito associado aos sistemas de partilha, a sua origem é bem mais antiga. Os primeiros modelos motorizados surgiram no início do século XX, ainda como soluções experimentais e bastante distintas dos modelos atuais. Esses primeiros veículos já procuravam responder a uma necessidade essencial: oferecer um meio de transporte individual, leve e prático para pequenos percursos urbanos. Com o passar do tempo, a evolução tecnológica, os avanços nos materiais, a melhoria das baterias e a miniaturização dos componentes permitiram criar trotinetes mais seguras, resistentes e fáceis de usar. Esta evolução foi decisiva para a sua popularização contemporânea (Mansky, 2019; Gonzalez, 2020).

Contudo, a verdadeira expansão das trotinetes elétricas ocorreu nas últimas duas décadas, sobretudo com o aparecimento das plataformas digitais e modelo *de shared mobility* (Figura 2). Este modelo alterou profundamente a lógica tradicional da mobilidade, porque permitiu ao utilizador aceder ao veículo de forma imediata, sem necessidade de posse própria. Através de aplicações móveis, passou a ser possível localizar, desbloquear e utilizar uma trotinete em poucos segundos, o que aumentou significativamente a sua atratividade. Este tipo de serviço encaixou muito bem nas necessidades urbanas atuais, sobretudo em deslocações curtas,

intermodais e realizadas em ambientes de elevada densidade populacional (FHWA, 2019; Zarif *et al*., 2019).



Figura 2 Operadores de micromobilidade em funcionamento em Lisboa (CML, 2019)

Esta transformação foi acompanhada por uma mudança no próprio papel das trotinetes na cidade. Deixaram de ser vistas apenas como um objeto individual de mobilidade para passarem a integrar um ecossistema urbano mais complexo, onde coexistem com peões, ciclistas, automóveis, transporte público e espaços partilhados. Isto significa que a micromobilidade já não pode ser analisada apenas do ponto de vista do veículo em si. É necessário perceber como ele se insere no território, como é usado, por quem é usado, em que contextos urbanos circula e que impactos produz ao nível da organização do espaço público (ITF, 2020; ITF, 2024).

A evolução da micromobilidade está também ligada à própria forma como as cidades têm vindo a repensar a mobilidade sustentável. Num cenário marcado pela necessidade de reduzir emissões, melhorar a qualidade do ar e diminuir a dependência do automóvel privado, estes veículos surgem como parte de uma resposta mais ampla de reorganização urbana. A sua lógica é compatível com deslocações curtas, com a complementaridade em relação ao transporte público e com estratégias de city planning mais centradas na proximidade e na eficiência. No entanto, essa integração não acontece de forma automática. Depende da existência de infraestruturas adequadas, de regras claras e de uma cultura de utilização responsável (FHWA, 2019; ITF, 2024; McKinsey & Company, 2025).

Por outro lado, a evolução da micromobilidade também trouxe novos desafios. A rapidez com que estes veículos se disseminaram ultrapassou, em muitos casos, a capacidade de adaptação

das cidades e das suas estruturas regulatórias.

Isso explica porque a micromobilidade é hoje um tema tão relevante: porque não se trata apenas de uma inovação tecnológica, mas de uma mudança que toca a mobilidade, o urbanismo, a segurança e a governação. Em vários contextos, a adoção das trotinetes elétricas gerou entusiasmo, mas também conflitos, nomeadamente por falta de estacionamento adequado, circulação em locais impróprios e dificuldade em garantir condições seguras para todos os utilizadores do espaço público (Holve, 2023).

Desta forma, compreender o conceito e a evolução da micromobilidade é fundamental para enquadrar o estudo das trotinetes elétricas. Este percurso mostra que estamos perante um fenómeno em crescimento, que resulta da combinação entre inovação tecnológica, novas necessidades urbanas e mudanças no comportamento dos utilizadores. Ao mesmo tempo, evidencia que a micromobilidade não deve ser vista como uma solução isolada, mas como uma peça de um sistema mais amplo de mobilidade urbana, cuja eficácia depende da forma como é pensada, regulada e integrada nas cidades.

2.2 TROTINETES ELÉTRICAS: FUNDAMENTOS TECNOLÓGICOS E TIPOLOGIA

As trotinetes elétricas são veículos de micromobilidade que combinam simplicidade mecânica com componentes eletrónicos relativamente compactos. Na sua forma mais comum, são compostas por uma estrutura dobrável, uma plataforma para apoio dos pés, guiador, rodas, bateria recarregável, motor elétrico, sistema de travagem, controlador eletrónico e, em muitos modelos, um pequeno painel de controlo que apresenta informação como velocidade, nível de bateria e modo de condução. Esta combinação de elementos permite que a trotinete seja leve, prática e adequada a deslocações curtas, sobretudo em ambiente urbano (ITF, 2024; Javi, 2025).

Do ponto de vista tecnológico, o princípio de funcionamento é relativamente simples, mas depende da articulação entre vários componentes. A bateria fornece a energia necessária ao sistema, o controlador gere essa energia e regula o comportamento do motor, e o acelerador transmite ao sistema a ordem de avanço dada pelo utilizador. Os travões, por sua vez, garantem a desaceleração e a paragem do veículo, sendo um elemento central para a segurança. Em modelos mais recentes, podem existir também sensores de velocidade, sistemas de iluminação, suspensão, conectividade digital e mecanismos de proteção que evitam sobrecargas, curto-

-circuitos ou aquecimento excessivo (Figura 3). Ou seja, embora a trotinete pareça um veículo simples, o seu funcionamento resulta de uma pequena cadeia tecnológica que liga energia, controlo, mobilidade e segurança (ITF, 2024; Jiao & Bai, 2020; Soni *et al*., 2023).



Figura 3 Constituição Trotinete Elétrica
(Fonte:adaptado de Teverun)

A bateria é um dos elementos mais importantes para o desempenho da trotinete elétrica. É ela que determina, em grande medida, a autonomia, o peso total do veículo e a sua adequação a diferentes perfis de uso. Na prática, a maior parte dos modelos urbanos utiliza baterias de iões de lítio, devido ao equilíbrio entre peso, capacidade de armazenamento e durabilidade. A autonomia real varia consoante a potência do motor, o peso do utilizador, o tipo de piso, a inclinação do percurso e a intensidade de utilização. Isto significa que duas trotinetes com características semelhantes podem comportar-se de forma muito diferente em contextos urbanos distintos (Buehler *et al*., 2021; ITF, 2024; Nordlöf *et al*., 2022).

O motor elétrico é outro componente central. Em termos gerais, a potência do motor influencia a velocidade máxima, a capacidade de subir inclinações e o desempenho global do veículo. Em trotinetes de utilização urbana, os motores tendem a ser mais moderados, privilegiando eficiência energética e segurança; já em modelos mais robustos ou orientados para utilização intensiva, encontram-se motores mais potentes e, por vezes, sistemas de motor duplo. Ainda assim, em contexto de partilha urbana, o objetivo não costuma ser maximizar a velocidade, mas sim garantir fiabilidade, resistência ao uso frequente e facilidade de operação (ITF, 2024; Jiao & Bai, 2020; Hawa *et al*., 2022).

Outro aspeto importante é o sistema de travagem. As trotinetes elétricas podem integrar travões

mecânicos, travões de disco, travões de tambor ou sistemas eletrónicos de travagem regenerativa, dependendo do modelo e da finalidade de uso. Em veículos de micromobilidade, este componente é particularmente relevante porque as velocidades, mesmo sendo moderadas, podem gerar riscos significativos em caso de travagem insuficiente ou perda de controlo.

Adicionalmente, a configuração geométrica das trotinetes, caracterizada por uma distância entre eixos reduzida, rodas de pequeno diâmetro e um centro de gravidade relativamente elevado devido à posição do condutor e, em situações de utilização indevida, também de um passageiro, aumenta o risco de projeção do utilizador para a frente ou mesmo de capotamento durante travagens bruscas ou quando o veículo encontra obstáculos na via.

Este fenómeno decorre da transferência dinâmica de carga para o eixo dianteiro, que pode comprometer a estabilidade longitudinal do veículo e agravar a severidade das lesões em caso de acidente. É por isso que a literatura e os guias técnicos sobre micromobilidade sublinham a necessidade de os veículos terem sistemas de travagem eficazes, iluminação adequada e componentes resistentes ao desgaste diário (ITF, 2024; Reck *et al*., 2022; Stigson *et al*., 2021).

Para além dos componentes de base, existem também soluções associadas à experiência de utilização. O *display* ou painel de controlo permite ao utilizador acompanhar a velocidade, a autonomia disponível e o modo de condução. Alguns modelos incluem ainda conectividade com *smartphone*, localização por GPS, bloqueio digital, assistência remota e funções de monitorização que são especialmente úteis em contextos de partilha. Estas funcionalidades mostram que as trotinetes elétricas já não são apenas veículos simples de deslocação, mas dispositivos integrados em ecossistemas digitais de mobilidade (ITF, 2024; Reck *et al*., 2022; Stigson *et al*., 2021).

Do ponto de vista da tipologia, as trotinetes elétricas podem ser classificadas de várias formas, consoante o critério utilizado. Uma primeira distinção relevante é entre trotinetes de utilização pessoal e trotinetes partilhadas. As primeiras pertencem ao utilizador e são geralmente escolhidas em função das suas necessidades de mobilidade, autonomia pretendida e orçamento disponível. As segundas fazem parte de sistemas operados por empresas de partilha, sendo pensadas para uso ocasional, em trajetos curtos e com elevada rotatividade. Esta distinção é importante porque os requisitos técnicos e operacionais não são os mesmos: uma trotinete pessoal pode privilegiar conforto, autonomia e personalização, enquanto uma trotinete partilha-

da tem de resistir a uso intensivo, vandalismo, condições climáticas variadas e processos frequentes de recolha e redistribuição (Jiao & Bai, 2020; McKenzie, 2019; Shaheen *et al*., 2020).

Outra forma de classificar estas trotinetes é pela postura de utilização. Existem modelos de condução em pé, que são os mais comuns nos sistemas de partilha, e modelos com assento, mais próximos de uma solução híbrida entre trotinete e ciclomotor ligeiro. Os modelos em pé são normalmente mais leves, dobráveis e orientados para percursos urbanos curtos, enquanto os modelos com assento podem oferecer maior conforto em trajetos mais longos, embora também levantem questões regulatórias e de enquadramento legal diferentes. Esta distinção não é apenas formal; ela influencia o tipo de utilizador, a perceção de conforto, a estabilidade do veículo e a forma como a trotinete se integra no espaço urbano (Buehler *et al*., 2021; Hawa *et al*., 2022; ITF, 2024).

Também se podem distinguir as trotinetes elétricas pela potência do motor, pela capacidade da bateria, pelo tipo de rodas, pela existência ou não de suspensão e pelo grau de robustez da estrutura. Modelos mais leves e simples tendem a ser mais adequados a trajetos curtos e superfícies regulares, enquanto modelos com maior autonomia, pneus maiores e suspensão melhoram a adaptação a pisos irregulares e a deslocações mais exigentes. Esta diversidade mostra que a trotinete elétrica não é um produto homogéneo. Pelo contrário, existe uma variedade de soluções desenhadas para necessidades diferentes, o que explica a importância de escolher bem o modelo em função do contexto de uso (Jiao & Bai, 2020; Shaheen *et al*., 2020; Stigson *et al*., 2021).

No caso dos sistemas de partilha, a tipologia assume ainda uma dimensão operacional. As trotinetes são desenhadas para serem facilmente localizáveis, desbloqueadas por aplicação e deixadas em zonas específicas de estacionamento ou em espaços públicos autorizados. Por isso, os modelos usados por operadores têm de equilibrar durabilidade, facilidade de manutenção e simplicidade de utilização. A literatura sobre micromobilidade partilhada mostra que a fiabilidade técnica do veículo está diretamente ligada à experiência do utilizador e à eficiência do serviço, pelo que a tecnologia do veículo não pode ser separada do modelo de operação em que ele se insere (ITF, 2024; Fishman & Cherry, 2016; McKenzie, 2019).

Em suma, as trotinetes elétricas resultam da convergência entre engenharia, eletrónica e necessidades de mobilidade urbana. A sua evolução tecnológica permitiu que um veículo inici-

almente simples se tornasse uma solução de transporte amplamente difundida nas cidades, sobretudo em contextos de curta distância e de integração multimodal. Ao mesmo tempo, a diversidade de modelos e funcionalidades mostra que a sua tipologia é muito mais ampla do que parece à primeira vista. Compreender estes fundamentos é essencial para analisar, de forma informada, os padrões de utilização, a segurança e a regulamentação deste meio de transporte (Fishman & Cherry, 2016; ITF, 2024; McKenzie, 2019).

2.3 PADRÕES DE UTILIZAÇÃO E DETERMINANTES

Os utilizadores de trotinetes elétricas, sejam estas de uso pessoal ou integradas em sistemas partilhados, apresentam perfis demográficos consistentes na literatura recente. Predominam indivíduos jovens, maioritariamente entre os 18 e os 35 anos, com uma clara representação do género masculino, cerca de 65-70%. Este grupo corresponde sobretudo a estudantes universitários e trabalhadores de escritório, nomeadamente em áreas como tecnologia, marketing, consultoria e comércio, que residem ou desenvolvem a sua atividade profissional em zonas centrais das cidades. A elevada familiaridade com aplicações móveis e a prévia integração em ecossistemas digitais de mobilidade representam características transversais, comuns tanto aos utilizadores de trotinetes partilhadas como às de uso pessoal (Adorean, 2024; Cabrera Lona, 2021).

Em termos temporais, os padrões de utilização revelam grande semelhança entre ambos os modelos. Observam-se dois picos diários bem definidos, sendo que o primeiro ocorre entre as 11h30 e as 13h30, estando associado a deslocações para o almoço ou a ligações rápidas entre destinos próximos. O segundo surge entre as 17h00 e as 19h00, correspondendo ao regresso a casa ou a deslocações para atividades de lazer após o período laboral. Estes picos fortificam o papel das trotinetes elétricas como solução complementar para percursos curtos em momentos de maior tráfego urbano. Durante os fins de semana, a utilização assume um caráter mais recreativo, embora com menor intensidade (Adorean, 2024; Cabrera Lona, 2021).

Os utilizadores podem ser classificados em dois grupos em função dos seus padrões de mobilidade. Os utilizadores unimodais recorrem predominantemente a um único modo de transporte nas suas deslocações diárias, enquanto os utilizadores multimodais combinam dois ou mais modos de transporte ao longo das suas viagens (Nature Index, 2026).

De acordo com o estudo realizado por Pinto (2020), a Figura 4 apresenta a distribuição dos inquiridos de acordo com estes padrões de mobilidade. Verifica-se que a grande maioria dos utilizadores classificados como unimodais utiliza apenas um modo de transporte (419 indivíduos), enquanto a maioria dos utilizadores multimodais recorre à combinação de diferentes modos de transporte (434 indivíduos). Estes resultados demonstram uma correspondência clara entre a classificação dos utilizadores e os seus hábitos de deslocação.

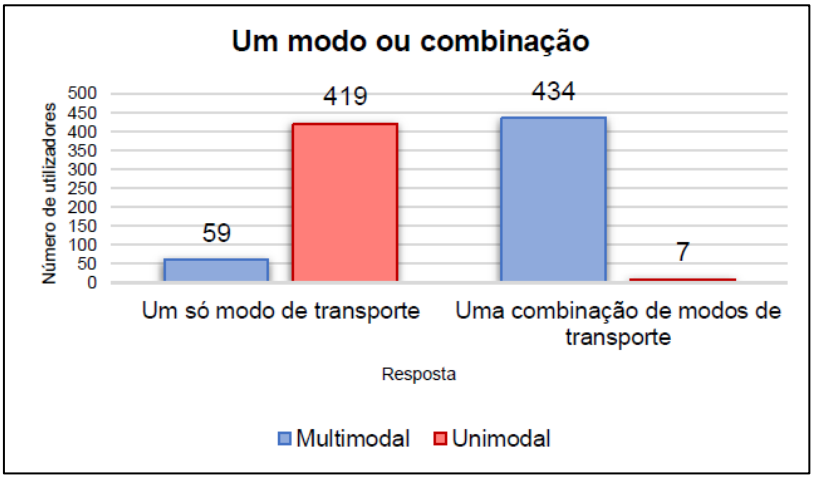


Figura 4 Distribuição dos utilizadores segundo o padrão de mobilidade unimodal e multimodal (Fonte: Pinto, 2020)

A Figura 5 evidencia os modos de transporte utilizados diariamente por cada grupo. Entre os utilizadores unimodais, o automóvel destaca-se como o principal meio de transporte (250 utilizadores), seguido dos modos suaves e ativos, como a caminhada e a bicicleta (132 utilizadores). Por sua vez, entre os utilizadores multimodais, os transportes públicos assumem uma posição dominante (297 utilizadores), seguindo-se a combinação entre automóvel e transportes públicos (98 utilizadores).

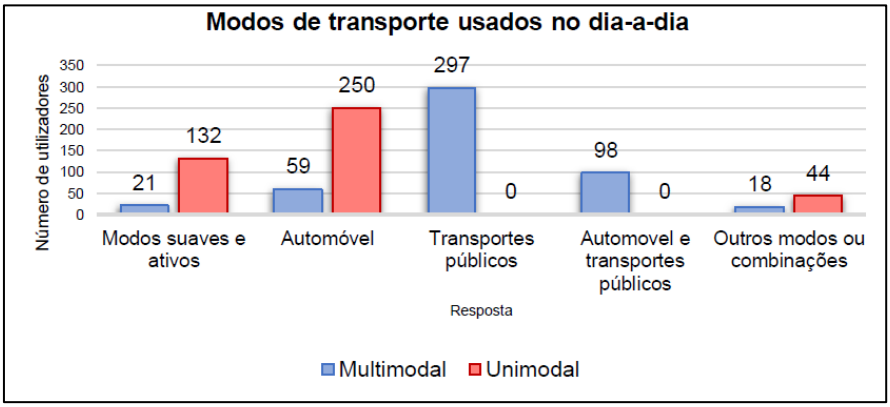


Figura 5 Modos de transporte utilizados diariamente por utilizadores unimodais e multimodais (Fonte: Pinto, 2020)

A análise conjunta das Figuras 4 e 5 sugere que as trotinetes elétricas estão particularmente associadas a padrões de mobilidade multimodais. A forte presença de utilizadores de transportes públicos no grupo multimodal indica que a trotinete elétrica é frequentemente utilizada como complemento das redes de transporte coletivo, facilitando os trajetos de ligação entre a origem ou o destino da viagem e os principais modos de transporte público.

A distância média percorrida por viagem ronda os 2,1 Km, sendo que cerca de 80% das deslocações não ultrapassam os 4 Km. Neste intervalo, as trotinetes competem sobretudo com a caminhada, responsável por 38% das substituições, e com a bicicleta convencional, com 15%, surgindo também como alternativa, embora mais residual, ao automóvel particular ou ao táxi, com 12%. Assim, consolidam-se como uma solução típica de primeira e última milha, complementando o transporte público em trajetos demasiado longos para serem realizados a pé, mas curtos para justificar o uso de veículos motorizados tradicionais. Observa-se ainda que os utilizadores de trotinetes pessoais tendem a realizar deslocações ligeiramente mais longas, com uma média de 2,5 km, quando comparados com os utilizadores de sistemas partilhados, cuja média se situa nos 2 km (Adorean, 2024).

Do ponto de vista espacial, a utilização concentra-se visivelmente em áreas centrais e funcionalmente densas. Em Lisboa, destacam-se zonas como a Baixa, o Chiado e o Marquês de Pombal. No Porto, a Baixa, a Boavista e a Foz apresentam padrões semelhantes. Estas áreas caracterizam-se por elevada concentração de comércio, serviços, interfaces multimodais e densidade populacional. Em contraste, as zonas residenciais periféricas revelam uma utilização marginal de trotinetes, dado que as distâncias aí predominantes tendem a exceder o raio de ação típico deste modo de transporte. Ainda assim, as trotinetes de uso pessoal apresentam maior dispersão geográfica em áreas suburbanas do que as partilhadas, cuja distribuição se encontra condicionada pelas áreas operacionais definidas pelos operadores (Adorean, 2024; Cabrera Lona, 2021).

No que diz respeito aos determinantes positivos da adoção, tanto os utilizadores de trotinetes próprias como de sistemas partilhados apontam a conveniência operacional, o custo competitivo para distâncias curtas e a flexibilidade de estacionamento como fatores decisivos. Nos sistemas partilhados, destaca-se a ausência de investimento inicial e de encargos de manutenção, enquanto nos modelos particulares é de valorizar especialmente a disponibilidade permanente e a inexistência de limites temporais de utilização. Num contexto urbano em que

o tempo constitui um recurso crítico, a possibilidade de localizar e ativar uma trotinete partilhada, ou de utilizar de imediato a própria, em poucos segundos representa uma vantagem clara face a outros modos de transporte. Para percursos inferiores a 3 Km, ambos os modelos se revelam, em média, mais económicos do que o recurso ao táxi (Adorean, 2024; Shaheen *et al*., 2020).

Apesar destas vantagens, persistem fatores restritivos comuns. A perceção de insegurança assume-se como a principal barreira à adoção, sendo que cerca de 20% dos utilizadores regulares reportam a ocorrência de incidentes menores, o que contribui para reforçar receios entre potenciais novos utilizadores. A ausência ou insuficiência de infraestruturas dedicadas limita de forma significativa a utilização, sobretudo em vias partilhadas com tráfego automóvel. Paralelamente, a qualidade da frota afeta negativamente a experiência do utilizador. Nos sistemas partilhados, tal deve-se à ocorrência frequente de avarias, enquanto nas trotinetes pessoais resulta do desgaste associado a uma manutenção inadequada (Adorean, 2024; Stigson *et al*., 2021).

As condições meteorológicas exercem igualmente uma influência relevante e semelhante em ambos os tipos de utilização. Episódios de precipitação intensa ou de ventos fortes conduzem a reduções acentuadas da procura, ao passo que condições climáticas favoráveis potenciam níveis mais elevados de adoção. Esta sazonalidade é particularmente evidente no norte de Portugal. Ainda assim, os utilizadores mais experientes, independentemente de utilizarem trotinetes próprias ou sistemas partilhados, demonstram maior tolerância a condições adversas quando comparados com utilizadores iniciantes ou ocasionais (Adorean, 2024; Cabrera Lona, 2021).

A análise socioeconómica evidencia que indivíduos com rendimento disponível superior à média e com elevada literacia digital apresentam maior propensão para a adoção de trotinetes elétricas. Em contrapartida, populações dependentes exclusivamente de transportes públicos de baixo custo ou sem acesso a smartphone tendem a ficar excluídas destes sistemas. Observa-se ainda um efeito de difusão sequencial, em que a adoção inicial por utilizadores tecnologicamente confiantes precede uma expansão gradual para segmentos mais conservadores da população, tanto no caso das trotinetes pessoais como das partilhadas (Adorean, 2024; Shaheen *et al*., 2020).

Relativamente às diferenças de género, confirma-se a predominância masculina em ambos os modelos. Contudo, as mulheres representem uma percentagem ligeiramente superior entre os

utilizadores de trotinetes pessoais, cerca de 35%, face às partilhadas, com aproximadamente 28%. As utilizadoras referem com maior frequência preocupações relacionadas com a segurança e com o conforto ergonómico. A distribuição etária revela ainda um declínio acentuado da adoção com o aumento da idade. Cerca de 40% dos utilizadores têm entre os 18 e os 24 anos, valor que diminui para menos de 10% acima dos 45 anos (Adorean, 2024).

No que diz respeito à função nas deslocações diárias, a literatura indica que as trotinetes elétricas são usadas sobretudo como complemento ao transporte público e para percursos curtos associados ao trabalho, estudo e lazer, funcionando frequentemente como solução de ligação entre diferentes etapas da mobilidade urbana (Adorean, 2024; McKenzie, 2019).

Em síntese, as trotinetes elétricas, quer partilhadas, quer de uso pessoal, ocupam um nicho bem definido na mobilidade urbana contemporânea. São predominantemente utilizadas em deslocações curtas, em áreas centrais funcionalmente densas, por utilizadores jovens e urbanos, apresentando padrões temporais concentrados ao meio-dia e ao final da tarde. A sua atratividade assenta sobretudo na conveniência e no custo, enquanto os principais constrangimentos se relacionam com a perceção de insegurança, a insuficiência de infraestruturas dedicadas e a fiabilidade operacional. A consolidação e expansão deste modo de transporte dependem, assim, do investimento em infraestruturas, da melhoria contínua da qualidade das frotas e da mitigação dos riscos percebidos pelos utilizadores (Adorean, 2024; Cabrera Lona, 2021; Shaheen *et al*., 2020).

2.4 SEGURANÇA RODOVIÁRIA E SINISTRALIDADE ASSOCIADA A TROTINETES ELÉTRICAS

2.4.1 ACIDENTES E FATORES DE RISCO

A rápida expansão das trotinetes elétricas nas cidades europeias deu origem a uma nova área de investigação no domínio da segurança rodoviária. Embora estes veículos representem uma alternativa sustentável para deslocações de curta distância, o aumento da sua utilização foi acompanhado por um crescimento do número de acidentes e de admissões hospitalares relacionadas com a micromobilidade. Este fenómeno tem despertado particular interesse entre investigadores e entidades de segurança rodoviária, não apenas devido ao número crescente de utilizadores, mas também pelas características específicas dos acidentes associados a este meio

de transporte (ITF, 2020; ITF, 2024).

Uma das particularidades mais frequentemente identificadas na literatura é a elevada proporção de acidentes que envolvem apenas o próprio utilizador (Anexo 1). Ao contrário do que acontece em muitos acidentes rodoviários tradicionais, uma parte significativa da sinistralidade associada às trotinetes elétricas ocorre sem intervenção de outros veículos ou peões.

Estudos realizados revelam que as quedas isoladas representam uma das causas mais comuns de lesão, estando frequentemente relacionadas com perda de equilíbrio, irregularidades do pavimento, obstáculos na via ou erros de condução. Este ponto sugere que a temática da segurança das trotinetes elétricas exige uma análise que vai além dos conflitos de tráfego convencionais, envolvendo igualmente aspetos relacionados com o desenho urbano e a qualidade das infraestruturas (ETSC,2023; ITF, 2024).

As características físicas das trotinetes elétricas desempenham igualmente um papel importante na ocorrência de acidentes. Quando comparadas com bicicletas convencionais, apresentam rodas de menor diâmetro, menor distância entre eixos e uma superfície de apoio reduzida. Estas características tornam o veículo mais sensível a imperfeições do pavimento e aumentam a probabilidade de instabilidade perante obstáculos aparentemente insignificantes, como juntas de dilatação, grelhas de drenagem ou pequenas variações de nível. Consequentemente, a qualidade do espaço público assume particular relevância na segurança destes veículos, sendo várias vezes apontada como um fator determinante para a redução da sinistralidade (ITF, 2020; ITF, 2024).

A experiência do utilizador constitui outro elemento fortemente presente na literatura. Os estudos indicam que os acidentes tendem a concentrar-se nos períodos iniciais de utilização, quando os condutores ainda estão em processo de adaptação às características dinâmicas do veículo. A aceleração imediata proporcionada pelo motor elétrico, associada à necessidade de manter equilíbrio numa plataforma estreita, cria exigências de controlo que não são propriamente intuitivas para utilizadores sem experiência. Esta situação torna-se particularmente relevante nos sistemas de partilha, onde uma parte significativa dos utilizadores utiliza a trotinete apenas de forma ocasional (ETSC,2023; ITF, 2024).

Paralelamente, vários estudos identificam fatores comportamentais associados ao aumento do risco de acidente. Entre estes destacam-se a circulação em zonas inadequadas, a utilização

simultânea do telemóvel, o transporte de passageiros e a condução sob o efeito de álcool ou substâncias psicoativas (Bauer, *et al*., 2020; Yang, *et al*., 2020). Os dados demonstram que uma proporção significativa dos acidentes graves registados durante períodos noturnos apresenta associação ao consumo de álcool, fenómeno que tem motivado a implementação de medidas específicas em algumas cidades europeias, incluindo restrições operacionais e programas direcionados de sensibilização (ETSC,2023; CITA, 2024).

Importa ainda referir que a análise da sinistralidade associada às trotinetes elétricas continua condicionada por limitações significativas ao nível da recolha de dados. Em muitos países, incluindo Portugal, os sistemas estatísticos oficiais não dispõem de categorias específicas para estes veículos, originando frequentes dificuldades na identificação dos acidentes efetivamente relacionados com a micromobilidade. Adicionalmente, uma parte considerável das ocorrências não é comunicada às autoridades, sendo registada apenas nos serviços de urgência hospitalar. Esta situação dificulta a obtenção de indicadores consistentes e comparáveis, constituindo uma das principais limitações apontadas pela literatura recente.

2.4.2 PERFIL DAS LESÕES E UTILIZADORES VULNERÁVEIS

A análise do perfil das lesões associadas às trotinetes elétricas representa um ponto fundamental para compreender os riscos inerentes à micromobilidade urbana. Apesar de muitos acidentes apresentarem uma gravidade relativamente reduzida, a frequência crescente de admissões hospitalares relacionadas com estes veículos tem motivado muitas investigações nos últimos anos. A literatura demonstra que os padrões de lesão observados entre utilizadores de trotinetes elétricas apresentam características específicas, resultantes não apenas da ausência de proteção física do veículo, mas também da sua configuração estrutural e dos mecanismos típicos de acidente (ETSC,2023; ITF, 2024).

Os utilizadores de trotinetes elétricas enquadram-se no grupo dos utilizadores vulneráveis da via pública, juntamente com peões, ciclistas e motociclistas. Ao contrário dos ocupantes de veículos ligeiros de passageiros, estes utilizadores não beneficiam de sistemas de proteção passiva capazes de absorver a energia libertada durante uma colisão, ficando diretamente expostos ao impacto. Por este motivo, mesmo os acidentes de aparente reduzida severidade podem originar lesões significativas.

A Organização Mundial da Saúde tem vindo a destacar a vulnerabilidade destes grupos, salientando que mais de metade das mortes em acidentes rodoviários ocorrem entre utilizadores vulneráveis da estrada (WHO, 2022a; WHO, 2022b).

Os traumatismos cranioencefálicos constituem uma das lesões mais frequentemente identificadas na literatura científica sobre trotinetes elétricas. Diversos estudos hospitalares demonstram que a cabeça é uma das regiões anatómicas mais afetadas em acidentes envolvendo estes veículos, especialmente em situações de queda frontal ou projeção do utilizador contra o pavimento. As consequências clínicas podem variar desde lesões ligeiras, como concussões, até traumatismos graves com potenciais sequelas neurológicas permanentes. Esta realidade explica

a preocupação demonstrada pelos organismos internacionais relativamente à utilização de equipamentos de proteção individual, particularmente o capacete (ETSC, 2023; Trivedi, *et al*.,2019; Bauer, *et al*., 2020; Shiffler, *et al*., 2020).

Para além das lesões cranianas, os traumatismos faciais apresentam igualmente elevada incidência. Fraturas dos ossos nasais, mandíbula, maçãs do rosto e lesões dentárias são frequentemente reportadas em estudos clínicos sobre sinistralidade associada às trotinetes elétricas (Trivedi, *et al*.,2019; Bauer, *et al*., 2020; Namiri, *et al*., 2020). Estas lesões resultam normalmente do contacto direto do rosto com o pavimento ou com outros objetos durante o acidente. Apesar de raramente serem fatais, podem implicar tratamentos complexos e períodos prolongados de recuperação (ETSC, 2023).

Os membros superiores constituem outra das regiões do corpo frequentemente afetadas. Durante uma queda, os utilizadores procuram instintivamente amortecer o impacto utilizando os braços e as mãos, originando fraturas do punho, antebraço, cotovelo ou clavícula, sendo uma das principais causas de internamento após os acidentes (Trivedi, *et al*.,2019; Namiri, *et al*., 2020; ETSC, 2023).

Os membros inferiores também são frequentemente afetados, sobretudo através de escoriações, contusões, entorses e fraturas associadas à perda de equilíbrio ou ao contacto com outros veículos. Embora geralmente apresentem menor gravidade do que os traumatismos cranianos, estas lesões podem limitar significativamente a mobilidade dos utilizadores e originar períodos prolongados de incapacidade temporária (ETSC, 2023).

A gravidade das lesões varia significativamente em função do tipo de acidente. As quedas isoladas, que representam uma parcela importante da sinistralidade registada, tendem a originar lesões ligeiras ou moderadas. Em oposição, as colisões envolvendo veículos motorizados apresentam maior probabilidade de resultar em lesões graves ou fatais. A diferença de massa e velocidade entre os intervenientes conduz a impactos de elevada energia, aumentando substancialmente o risco de traumatismos severos. O *International Transport Forum* refere que os acidentes mais graves envolvendo utilizadores de micromobilidade estão frequentemente associados à interação com tráfego motorizado em espaços não segregados (ITF, 2020; ITF, 2024).

Em síntese, a literatura científica demonstra que os acidentes envolvendo trotinetes elétricas afetam predominantemente a cabeça, a face e os membros superiores, refletindo os movimentos típicos de queda observados neste modo de transporte. Apesar de a maioria das ocorrências resultar em lesões ligeiras ou moderadas, a possibilidade de traumatismos graves e de fraturas complexas justifica a crescente atenção dedicada à segurança dos utilizadores de micromobilidade. O conhecimento detalhado do perfil das lesões constitui, assim, um elemento essencial para apoiar a definição de medidas preventivas, o desenvolvimento de infraestruturas mais seguras e a formulação de políticas públicas orientadas para a proteção dos utilizadores vulneráveis da via pública.

2.4.3 INFRAESTRUTURA URBANA E SEGURANÇA DA MICROMOBILIDADE

A forma como as cidades são desenhadas influencia diretamente a segurança dos utilizadores de trotinetes elétricas. Embora os acidentes sejam frequentemente associados a erros individuais ou comportamentos inadequados, investigações têm demonstrado que o ambiente urbano desempenha um papel igualmente importante na ocorrência de situações de risco. Em muitos casos, os problemas de segurança não resultam apenas das características do veículo ou do utilizador, mas da dificuldade de integrar novos modos de transporte em espaços urbanos que foram concebidos, durante décadas, com prioridade para o automóvel (ITF, 2020; ITF, 2024).

A introdução das trotinetes elétricas colocou novos desafios às cidades, sobretudo devido à necessidade de partilhar o espaço público entre diferentes utilizadores. Em muitas áreas urbanas, peões, ciclistas, automóveis e veículos de micromobilidade utilizam infraestruturas que nem sempre foram projetadas para responder às necessidades de todos. Esta situação pode

gerar conflitos de circulação, aumentar a perceção de insegurança e dificultar a adoção de modos de transporte mais sustentáveis. Por isso, vários estudos defendem que a segurança da micromobilidade deve ser encarada como uma questão de planeamento urbano e não apenas de comportamento individual (ITF, 2020; Gössling, 2020; WHO, 2022a).

Entre as soluções mais frequentemente referidas na literatura encontra-se a criação de infraestruturas exclusivas ou dedicadas à mobilidade ativa, já implementadas na Dinamarca (Figura 6) e nos Países Baixos. A existência de ciclovias contínuas e bem conectadas permite reduzir a interação direta entre utilizadores vulneráveis e veículos motorizados, diminuindo a probabilidade de acidente. Além dos benefícios ao nível da segurança, este tipo de infraestrutura contribui para aumentar a confiança dos utilizadores e incentivar o recurso a modos alternativos de transporte em deslocações de curta distância (ITF, 2020; ITF, 2024).



Figura 6 "Cykelslangen" (Fonte: Revista Projeto, 2014)

As condições físicas do pavimento assumem igualmente uma importância particular no caso das trotinetes elétricas. Devido às suas dimensões reduzidas e ao tamanho relativamente pequeno das rodas, estes veículos apresentam menor capacidade para ultrapassar obstáculos ou absorver irregularidades existentes na via. Elementos aparentemente pouco relevantes para outros modos de transporte, como fissuras, desníveis, carris ou tampas de saneamento, podem originar perda de estabilidade e aumentar significativamente o risco de queda. Assim, a manutenção e conservação do espaço público constituem fatores cruciais para garantir condições adequadas de circulação (Gössling, 2020, ITF, 2024; ITF, 2024).

Os cruzamentos representam outro ponto particularmente crítico para a segurança da micromobilidade. É nestes locais que se concentram diferentes movimentos de tráfego e onde

existe maior probabilidade de conflito entre utilizadores. Problemas relacionados com a visibilidade, prioridades de circulação ou desenho inadequado das interseções podem aumentar o risco de colisão (ETSC, 2023a, ITF, 2024).

A redução da velocidade de circulação nos espaços urbanos é outro aspeto frequentemente associado à melhoria da segurança rodoviária. Ambientes urbanos caracterizados por velocidades moderadas tendem a apresentar menor gravidade dos acidentes e melhores condições de convivência entre diferentes modos de transporte. Neste contexto, a criação de zonas de coexistência tem sido identificada como uma estratégia eficaz para proteger utilizadores vulneráveis e promover formas de mobilidade mais sustentáveis (Gössling, 2020, ETSC, 2023b, WHO, 2022b).

Para além da circulação propriamente dita, o estacionamento das trotinetes elétricas tornou-se um dos temas mais discutidos na gestão da micromobilidade. O estacionamento desordenado pode dificultar a deslocação de peões, reduzir a acessibilidade em passeios e criar obstáculos. Por esta razão, vários municípios têm implementado zonas específicas de estacionamento e sistemas digitais de monitorização que ajudam a organizar a distribuição dos veículos nas áreas urbanas. Estas medidas procuram harmonizar os benefícios da micromobilidade com a necessidade de garantir um espaço público acessível e seguro para todos os utilizadores (Gössling, 2020, ITF, 2024; Micro-mobility for Europe, 2025).

De forma geral, a evidência disponível sugere que a segurança da micromobilidade depende fortemente da qualidade das infraestruturas existentes. Cidades que investem em redes contínuas de mobilidade ativa, na manutenção dos espaços públicos e na reorganização da circulação urbana tendem a proporcionar condições mais seguras para os utilizadores de trotinetes elétricas.

2.4.4 DESAFIOS PARA A INTEGRAÇÃO SEGURA DA MICROMOBILIDADE

Apesar da crescente adoção das trotinetes elétricas nas cidades e dos benefícios associados à mobilidade sustentável, a sua integração no sistema de transportes urbano continua a enfrentar diversos desafios. A literatura recente demonstra que o sucesso da micromobilidade depende não apenas da disponibilidade dos veículos ou da procura por parte dos utilizadores, mas também da capacidade das cidades para adaptar infraestruturas, regulamentação e modelos de

gestão a esta nova realidade. Neste contexto, a segurança rodoviária surge como apenas uma das várias dimensões que condicionam a consolidação destes sistemas (ITF, 2024; ITF, 2020).

Um dos desafios mais frequentemente referidos prende-se com a coexistência entre diferentes utilizadores do espaço público. A introdução das trotinetes elétricas acrescentou um novo elemento ao ambiente urbano já marcado pela presença de peões, bicicletas, transportes públicos e veículos motorizados. Em várias cidades, a ausência de espaços claramente definidos para cada modo de transporte origina conflitos de circulação e dificulta a convivência entre utilizadores com necessidades distintas. Estes conflitos tornam-se particularmente evidentes em zonas centrais, áreas comerciais e espaços pedonais com elevada intensidade de utilização (ITF, 2024; WHO, 2022b).

A disponibilidade e continuidade das infraestruturas constitui outro desafio importante. Apesar de muitas cidades terem investido na criação de ciclovias e corredores dedicados à mobilidade ativa, é frequente a existência de redes fragmentadas ou descontinuadas. Esta situação obriga os utilizadores a alternar entre diferentes espaços de circulação ao longo da mesma viagem, aumentando a exposição ao risco e reduzindo a atratividade da micromobilidade como alternativa regular ao automóvel. Diversos autores sublinham que a eficácia das infraestruturas depende não apenas da sua extensão, mas também da sua conectividade e coerência funcional (ITF, 2024; ITF, 2020).

O estacionamento dos veículos representa igualmente uma fonte recorrente de preocupação. A flexibilidade que caracteriza muitos sistemas de partilha permite aos utilizadores terminar as viagens em diferentes locais da cidade, mas pode também originar ocupação indevida de passeios, passadeiras ou zonas de circulação pedonal. Esta situação tem motivado críticas por parte de residentes e entidades municipais, levando várias cidades a implementar zonas específicas de estacionamento e mecanismos de controlo operacional. Ainda assim, a gestão equilibrada do espaço público continua a constituir um desafio significativo para os operadores e para as autoridades locais (Heineke, *et al*, 2023; ITF, 2024; Micro-mobility for Europe, 2025).

Outro problema frequentemente identificado relaciona-se com a disponibilidade de dados fiáveis sobre a utilização e a sinistralidade associadas às trotinetes elétricas. Em muitos países não existe uma categorização estatística específica para estes veículos, dificultando a monitorização da sua evolução e dos seus impactos. A ausência de informação detalhada limita a capacidade de desenvolver políticas públicas baseadas em evidência e dificulta a comparação

entre diferentes cidades e modelos de gestão. Esta limitação é particularmente relevante no contexto português, onde os sistemas oficiais de registo não permitem identificar de forma autónoma a generalidade dos acidentes envolvendo trotinetes elétricas (CITA, 2026; ITF, 2024). A adaptação da regulamentação à evolução tecnológica representa igualmente um desafio para as entidades responsáveis pela mobilidade urbana. A rápida expansão da micromobilidade foi, em muitos casos, mais veloz do que a capacidade legislativa para definir regras específicas de operação, circulação e fiscalização. Como resultado, vários países e municípios têm vindo a ajustar gradualmente os seus enquadramentos normativos, procurando responder a desafios relacionados com a segurança, a utilização do espaço público e a integração dos novos modos de transporte nas redes urbanas existentes (CITA, 2026; ETSC, 2024; Heineke, *et al*., 2023).

Por fim, a integração da micromobilidade nos sistemas de transporte urbano continua a exigir uma visão estratégica de longo prazo. A literatura sugere que as trotinetes elétricas apresentam maior potencial quando utilizadas de forma complementar e não concorrencial ao transporte público, funcionando como solução para percursos de primeira e última milha. Assim, o desenvolvimento de políticas que promovam a articulação entre diferentes modos de transporte surge como um dos principais desafios para a construção de sistemas de mobilidade mais eficientes, seguros e sustentáveis (ITF, 2020; ITF. 2024).

Em síntese, os desafios associados à integração segura da micromobilidade ultrapassam a dimensão estritamente tecnológica ou regulamentar. Questões relacionadas com infraestrutura, gestão do espaço público, recolha de dados, fiscalização e articulação modal continuam a condicionar a evolução das trotinetes elétricas nas cidades.

2.5 ENQUADRAMENTO LEGAL E NORMATIVO

A integração das trotinetes elétricas no espaço urbano representa um dos maiores desafios contemporâneos da mobilidade sustentável. Inseridas no conceito de micromobilidade, estas soluções surgiram como resposta a problemas estruturais das cidades modernas, tais como o congestionamento, a poluição e a ineficiência do automóvel em deslocações curtas. No entanto, a rápida disseminação das trotinetes elétricas antecedeu a consolidação de um quadro legal claro e uniforme, originando um cenário normativo em permanente construção.

O enquadramento legal e normativo da micromobilidade desenvolve-se em diferentes níveis de governação, europeu, nacional e municipal, cada um com competências e objetivos específicos. Enquanto o nível europeu estabelece princípios gerais e orientações estratégicas, o enquadramento nacional define regras base de circulação e classificação dos veículos, cabendo aos municípios a regulamentação prática do uso do espaço público. A compreensão articulada destes três níveis é fundamental para analisar os desafios atuais e futuros da gestão urbana associada às trotinetes elétricas.

2.5.1 ENQUADRAMENTO EUROPEU

Nos últimos anos, a União Europeia tem sido desafiada a acompanhar o crescimento rápido das trotinetes elétricas, que se popularizaram antes da existência de um quadro regulatório harmonizado para orientar a sua produção, comercialização e utilização. Atualmente, estes veículos encontram-se excluídos do âmbito do Regulamento (UE) n.º 168/2013, relativo à homologação e fiscalização do mercado dos veículos de duas e três rodas e dos quadriciclos. Como consequência, as trotinetes elétricas não estão sujeitas a um procedimento harmonizado de homologação europeia, ao contrário do que sucede com ciclomotores e motociclos, originando diferenças significativas entre os diversos Estados-Membros na forma como estes veículos são regulados.

Neste contexto, assume particular relevância a norma EN 17128:2020, que estabelece requisitos de segurança e métodos de ensaio para os *Personal Light Electric Vehicles* (PLEV). A norma abrange aspetos como os sistemas de travagem, a estabilidade, a integridade estrutural, a segurança elétrica, a iluminação, a gestão da potência e a limitação da velocidade máxima. Embora a sua aplicação não seja obrigatória, constitui atualmente a principal referência técnica europeia para fabricantes e operadores, contribuindo para promover níveis mínimos de qualidade e segurança (*Micromobility for Europe*, 2024).

A inexistência de um enquadramento jurídico harmonizado levou a Comissão Europeia a promover estudos com vista à eventual criação de regras comuns. O relatório *Study on the Need for Harmonised Rules to Support the Rise of Micro-Mobility and Increased Road Safety for PMDs* (2024) propõe a criação de um sistema europeu de aprovação para dispositivos de mobilidade pessoal, abrangendo veículos com velocidade máxima de 25 km/h. O objetivo passa por reduzir a fragmentação regulamentar atualmente existente, facilitando a fiscalização,

aumentando a transparência do mercado e garantindo condições mais uniformes para fabricantes, operadores e autoridades públicas (*European Commission*, 2024).

Esta preocupação é partilhada pelo *European Transport Safety Council* (ETSC), que tem defendido a adoção de requisitos mínimos obrigatórios para trotinetes elétricas em toda a União Europeia. Entre as medidas propostas destacam-se a limitação da velocidade máxima a 20 km/h em meio urbano, a definição de requisitos técnicos harmonizados, a fixação de uma idade mínima de utilização, a proibição da condução sob o efeito de álcool ou drogas e, em determinados contextos, a utilização obrigatória de capacete. Segundo o ETSC, em 2022 foram registadas 119 mortes na União Europeia associadas a trotinetes elétricas e veículos semelhantes, evidenciando a necessidade de respostas regulatórias coordenadas (CITA, 2024;

ETSC, 2024).

Paralelamente, a Estratégia Europeia para uma Mobilidade Sustentável e Inteligente (*Sustainable and Smart Mobility Strategy*) reconhece a micromobilidade como um elemento fundamental para a descarbonização do setor dos transportes, promovendo soluções de baixo impacto ambiental para deslocações urbanas de curta distância. No mesmo sentido, a *European Declaration on Cycling* reforça a importância da criação de infraestruturas seguras, inclusivas e interligadas para modos ativos e soluções de micromobilidade, incentivando a sua integração nos sistemas de transporte urbano.

A nível internacional, os relatórios do OECD/ITF – *International Transport Forum* (2020; 2024) indicam que a segurança destes novos modos de transporte tende a melhorar à medida que os utilizadores adquirem experiência e as cidades adaptam as suas infraestruturas. Contudo, os acidentes continuam a ocorrer com frequência significativa, sobretudo quando as trotinetes circulam em vias inadequadas ou quando existem deficiências ao nível do veículo ou da infraestrutura. Por esse motivo, o ITF recomenda políticas alinhadas com a abordagem "*Safe System*", baseada na gestão da velocidade, na existência de infraestruturas segregadas, na melhoria do desenho dos veículos e na recolha sistemática de dados de sinistralidade, incluindo informação hospitalar, de forma a apoiar decisões públicas baseadas em evidência (OECD/ITF, 2020; OECD/ITF, 2024).

Apesar da evolução observada nos últimos anos, o enquadramento europeu da micromobilidade continua marcado pela ausência de harmonização jurídica plena (Figura 7), constituindo este

um dos principais desafios para a integração segura e consistente das trotinetes elétricas no espaço urbano europeu.

Com o objetivo de sintetizar visualmente as principais boas práticas internacionais identificadas na literatura relativamente à integração das trotinetes elétricas e à promoção da segurança rodoviária, foi elaborada a Figura 7. A organização visual da informação contou com o apoio do Microsoft Copilot, utilizado exclusivamente para auxiliar a estruturação gráfica e a apresentação visual dos conteúdos. A seleção das medidas apresentadas, a identificação das cidades de referência, bem como a interpretação e validação da informação incluída na figura, foram integralmente realizadas pela autora com base nas fontes bibliográficas analisadas.



Figura 7 Boas práticas internacionais na integração da micromobilidade e promoção da segurança rodoviária (Fonte: Elaboração própria com recurso ao Microsoft Copilot para apoio à organização visual da figura, com base em ITF (2020), ETSC (2024) e Comissão Europeia (2024). O conteúdo foi revisto e validado pela autora.)

2.5.2 ENQUADRAMENTO NACIONAL

Em Portugal, o enquadramento legal das trotinetes elétricas resulta principalmente das disposições do Código da Estrada, alterado para acompanhar a emergência de novas formas de mobilidade urbana. Nos termos do artigo 112.º do Código da Estrada, as trotinetes com motor elétrico são equiparadas a velocípedes quando possuam uma potência máxima contínua de 0,25

kW e uma velocidade máxima em patamar de 25 km/h. Esta equiparação reflete a opção do legislador por enquadrar estes veículos como modos de transporte ligeiros e sustentáveis, diferenciando-os dos veículos motorizados convencionais e favorecendo a sua integração no sistema de mobilidade urbana (Decreto-Lei n.º 24/2025, de 12 de março).

Como consequência desta classificação, a utilização de trotinetes elétricas não exige carta de condução, matrícula nem seguro automóvel obrigatório. Os seus utilizadores ficam sujeitos, em termos gerais, às regras de circulação aplicáveis aos velocípedes, podendo utilizar ciclovias e pistas cicláveis existentes. Na ausência destas infraestruturas, é permitida a circulação na faixa de rodagem, aplicando-se igualmente as restrições já previstas para os velocípedes relativamente à utilização de autoestradas e outras vias onde a circulação de veículos lentos seja incompatível com as condições de segurança rodoviária.

A legislação nacional estabelece ainda que apenas as trotinetes que respeitem os limites técnicos definidos no Código da Estrada beneficiam desta equiparação. Os veículos que excedam os limites de potência ou velocidade deixam de poder ser considerados equivalentes a velocípedes, ficando sujeitos a um enquadramento jurídico distinto e podendo ser objeto de apreensão e sanções em caso de circulação irregular. Esta disposição procura garantir que os benefícios concedidos aos utilizadores destes veículos não comprometam a segurança dos restantes utilizadores da via pública (Decreto-Lei n.º 24/2025, de 12 de março).

Embora o uso de capacete não seja atualmente obrigatório para os utilizadores de trotinetes elétricas, diversas entidades de segurança rodoviária recomendam a sua utilização. Esta recomendação é sustentada por diversos estudos que identificam os traumatismos cranioencefálicos como uma das lesões mais frequentes em acidentes envolvendo utilizadores de trotinetes elétricas, sobretudo em colisões com veículos motorizados ou em quedas resultantes de irregularidades do pavimento. Neste contexto, o capacete é amplamente reconhecido como uma medida eficaz para reduzir a gravidade das lesões (Toofany *et al*., 2021).

Relativamente à idade mínima de utilização, importa referir que o Código da Estrada não estabelece atualmente um limite etário específico para a condução de trotinetes elétricas equiparadas a velocípedes. Contudo, os operadores dos sistemas de partilha impõem frequentemente restrições próprias de acesso ao serviço, sendo comum a exigência de idade

mínima de 18 anos ou, em alguns casos, idade mínima associada à aceitação das condições contratuais de utilização (Marques, 2025).

No domínio dos sistemas de partilha, assume particular relevância o Decreto-Lei n.º 47/2018, que estabelece o regime jurídico aplicável à atividade de partilha de veículos (*vehicle sharing*), fornecendo as bases legais para a operação de serviços de micromobilidade em espaço público. Este diploma atribui aos municípios competências relevantes para regular a ocupação do espaço público, o licenciamento dos operadores e a definição das condições de funcionamento dos sistemas de partilha. Esta abordagem traduz uma tendência de descentralização regulatória, permitindo adaptar as soluções às especificidades territoriais e às características próprias de cada contexto urbano.

A crescente expansão da micromobilidade tem igualmente suscitado debates sobre matérias ainda não totalmente consolidadas do ponto de vista jurídico. Entre estas destacam-se a eventual obrigatoriedade de seguro de responsabilidade civil para determinados veículos de mobilidade pessoal, a definição de requisitos mínimos de segurança para os utilizadores e a harmonização dos critérios de recolha e análise de dados de sinistralidade. Estas questões assumem particular relevância num contexto de aumento da utilização das trotinetes elétricas e de maior diversidade de operadores e modelos de exploração (ETSC, 2024; Marques, 2025).

Apesar dos avanços registados ao nível legislativo, continuam a existir desafios significativos na aplicação prática das normas. A fiscalização da circulação e do estacionamento permanece uma das principais dificuldades identificadas pelas autoridades locais, verificando-se frequentemente situações de estacionamento indevido, circulação em zonas pedonais e incumprimento das regras de utilização. Por este motivo, a eficácia do enquadramento nacional depende não apenas da existência de normas jurídicas adequadas, mas também da sua articulação com medidas de sensibilização, educação rodoviária, fiscalização efetiva e melhoria contínua das infraestruturas urbanas destinadas à mobilidade ativa e à micromobilidade.

2.5.3 ENQUADRAMENTO MUNICIPAL

O nível municipal assume um papel central na regulação da micromobilidade, uma vez que é nas cidades que se manifestam de forma mais evidente os seus benefícios e impactos. Embora o enquadramento geral seja definido pelos níveis europeu e nacional, compete às autarquias gerir o espaço público, estabelecer condições de circulação e estacionamento, licenciar

operadores de sistemas de partilha e implementar medidas de fiscalização adaptadas às especificidades locais. Desta forma, os municípios constituem o principal nível de governação responsável pela integração operacional das trotinetes elétricas no sistema de mobilidade urbana.

Em Portugal, esta capacidade de intervenção encontra fundamento no regime jurídico aplicável à utilização do espaço público e na regulamentação dos sistemas de partilha de veículos, permitindo às autarquias estabelecer regras específicas para a operação dos serviços de micromobilidade. Esta abordagem descentralizada possibilita uma adaptação mais eficaz às características urbanas de cada território, mas conduz também à adoção de modelos regulatórios distintos entre municípios.

Nos últimos anos, cidades como Lisboa e Porto têm desenvolvido regulamentos específicos para a operação de sistemas de partilha de trotinetes elétricas, enquadrando-os nas respetivas estratégias de mobilidade urbana sustentável. Estas regulamentações incluem medidas como a limitação do número de veículos por operador, a criação de zonas obrigatórias de estacionamento, a definição de áreas condicionadas ou interditas à circulação, a imposição de requisitos de manutenção das frotas e a aplicação de sanções em situações de incumprimento. O objetivo principal consiste em promover uma utilização mais ordenada do espaço público, reduzir conflitos com peões e aumentar a segurança da circulação (AM-Lisboa, 2022; CMP, 2020).

No caso do Porto, a regulamentação dos serviços de partilha em modos suaves de transporte tem procurado assegurar uma gestão mais equilibrada do espaço público através do licenciamento dos operadores e da definição de regras para a distribuição e estacionamento dos veículos. Esta estratégia pretende minimizar situações de estacionamento abusivo, frequentemente identificadas como uma das principais externalidades negativas dos sistemas *dockless*, caracterizados pela ausência de estações fixas de recolha. Paralelamente, procura-se garantir uma ocupação mais eficiente do espaço urbano e uma coexistência mais harmoniosa entre os diferentes utilizadores da via pública (CMP, 2020).

Em Lisboa, a gestão da micromobilidade tem sido fortemente impulsionada pela intervenção da EMEL, que coordena a operação dos serviços de partilha no âmbito da estratégia municipal de mobilidade. Entre as medidas implementadas destacam-se a criação de parques de

estacionamento dedicados, a limitação do número máximo de veículos em operação, a definição de zonas de circulação condicionada e a utilização de sistemas de georreferenciação (*geofencing*). Esta tecnologia permite reduzir automaticamente a velocidade dos veículos ou impedir a sua circulação em áreas sensíveis, como zonas exclusivamente pedonais, jardins ou espaços de elevada concentração de peões. A utilização destas ferramentas digitais evidencia uma crescente aposta na monitorização em tempo real e na gestão baseada em dados para melhorar a eficiência da regulação urbana (AM-Lisboa, 2022).

A experiência internacional demonstra que a eficácia destas medidas depende, contudo, da sua articulação com investimentos em infraestrutura. Diversas entidades europeias, incluindo a Comissão Europeia e o OECD/ITF, defendem que a integração segura da micromobilidade requer redes contínuas de ciclovias, zonas de estacionamento dedicadas, interfaces com os transportes públicos e soluções urbanísticas que reduzam os conflitos entre peões, bicicletas, trotinetes e veículos motorizados. A simples imposição de restrições regulamentares revela-se insuficiente quando não é acompanhada por condições físicas adequadas para a circulação destes modos de transporte (*European Commission*, 2024; OECD/ITF, 2024).

Apesar dos progressos registados, persistem desafios significativos ao nível municipal. Entre os problemas mais frequentemente identificados encontram-se o estacionamento indevido, a circulação em espaços pedonais, a insuficiência de locais dedicados ao estacionamento, as dificuldades de fiscalização e a limitada disponibilidade de dados uniformizados sobre a utilização e sinistralidade associadas às trotinetes elétricas. Adicionalmente, a coexistência entre diferentes modos de transporte exige soluções de desenho urbano capazes de garantir níveis adequados de acessibilidade, segurança e conforto para todos os utilizadores do espaço público.

Em síntese, o enquadramento municipal representa a dimensão mais operacional da regulação da micromobilidade. O sucesso da integração das trotinetes elétricas nas cidades depende não apenas da existência de regras claras, mas também da capacidade das autarquias para articular regulamentação, fiscalização, inovação tecnológica, planeamento urbano e investimento em infraestruturas. Neste contexto, os municípios assumem um papel determinante na promoção de modelos de mobilidade mais seguros, sustentáveis e integrados.

2.6 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

2.6.1 METODOLOGIA PRISMA

A. Objetivo e norma de referência

- Esta revisão sistemática segue o PRISMA 2020, que define uma *checklist* de 27 itens e modelos de fluxograma para garantir transparência, rastreabilidade e reprodutibilidade (Tricco *et al*., 2018).

B. Bases de dados utilizadas

- Web of Science: base editorialmente selecionada, abrangendo >250 áreas e ligações por citações, robusta para estado da arte e descoberta por referência (Clarivate, 2025).
- Scopus: ampla cobertura multidisciplinar e métricas analíticas; complementa WoS e aumenta a recuperação de estudos relevantes (Elsevier, 2025; Scopus Preview).
- Dimensions**:** liga publicações a grants, patentes, ensaios clínicos, datasets e policy documents, com indexação full-text em grande parte do acervo, útil para captar outputs regulatórios/políticos ligados ao tema.

C. Estratégia de pesquisa e palavras-chave

- Pesquisa estruturada por três grupos temáticos (ligados com OR dentro de cada grupo e AND entre grupos):
    - G1 (fenómeno): *micromobility* OR *micro-mobility*
    - G2 (modo): *scooter* OR *e-scooter*
    - G3 (quadro): *regulation* OR *standard* OR *normative* OR *law* OR *legislation*
- Campos alvo: *Topic/Title/Abstract* e *Full-text/Abstract/Title*;
- Período/idioma: 2019–2025, idioma inglês como padrão;

D. Gestão de duplicados e triagem

- Exportação dos resultados (RIS/CSV) por base e importação para Rayyan para triagem.

- Rayyan identifica possíveis duplicados por título/autor/DOI e permite resolver automaticamente ou manualmente;
- Triagem em dois níveis:
    1. **Título/Resumo** (aplicação de critérios de elegibilidade);
    2. **Texto integral** (confirmação de elegibilidade, registo do motivo de exclusão).
- Critérios de elegibilidade: inclusão de estudos empíricos/revisões sobre trotinetes elétricas em contexto urbano (ex. padrões de utilização, segurança/regulamentação, integração urbana) e exclusão de editoriais/opinião, estudos laboratoriais sem interface urbana/política, duplicados e fora dos objetivos.

A pesquisa bibliográfica permitiu identificar um total de 103 registos provenientes das diferentes fontes consultadas. Após a remoção de 7 registos identificados como potenciais duplicados, permaneceram 96 registos para a fase de triagem. O processo de seleção dos estudos seguiu as orientações PRISMA 2020, conforme apresentado no fluxograma do Anexo 2.

2.6.2 RESULTADOS DA REVISÃO SISTEMÁTICA

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram incluídos 32 estudos na revisão. Estes estudos foram agrupados em quatro categorias temáticas: padrões de utilização, segurança e sinistralidade, regulamentação e gestão urbana (Tabela 1).

Tabela 1 Distribuição dos estudos por temática

Tema	N.º de estudos
Padrões de utilização	13
Segurança e sinistralidade	9
Regulamentação	4
Gestão urbana	6

2.6.2.1 PADRÕES DE UTILIZAÇÃO

A análise dos estudos selecionados demonstra que as trotinetes elétricas são utilizadas predominantemente em deslocações urbanas de curta distância, assumindo um papel relevante na resposta às necessidades de mobilidade em contextos urbanos densos. A literatura evidencia que estes veículos são frequentemente utilizados em percursos de primeira e última milha, funcionando como complemento dos sistemas de transporte público e contribuindo para melhorar a acessibilidade aos principais interfaces de mobilidade. Esta complementaridade constitui uma das conclusões mais consistentes dos estudos analisados, sendo frequentemente apontada como uma das principais vantagens da micromobilidade relativamente a outros modos de transporte urbano (McKenzie, 2019; Jiao & Bai, 2020).

Relativamente ao perfil dos utilizadores, a maioria dos estudos identifica uma predominância de jovens adultos, geralmente com elevada familiaridade tecnológica e residentes em áreas urbanas. A utilização de aplicações móveis para localização, desbloqueio e pagamento dos veículos favorece a adesão por parte de utilizadores habituados a soluções digitais. Embora os primeiros estudos reportem uma maior participação masculina, investigações mais recentes sugerem uma progressiva diversificação do perfil dos utilizadores, refletindo o crescimento e maturação dos sistemas de partilha de trotinetes elétricas em diferentes cidades. Contudo, os resultados não são totalmente consensuais, verificando-se diferenças entre contextos geográficos e características urbanas específicas (Hardt, *et al*., 2019; McKenzie, 2019).

A nível espacial, os estudos analisados revelam uma forte concentração das viagens em áreas centrais, zonas comerciais, corredores de elevada atividade económica e proximidades de estações de transporte coletivo.

A procura tende a ser particularmente elevada em locais caracterizados por elevada densidade populacional e diversidade de atividades urbanas. Os resultados obtidos por McKenzie e por Jiao e Bai demonstram que a estrutura urbana e a localização dos principais polos de atração exercem uma influência significativa nos padrões de utilização observados, condicionando tanto a origem como o destino das viagens realizadas através destes veículos (McKenzie, 2019; McKenzie, 2020; Jiao & Bai, 2020).

A dimensão temporal constitui igualmente um aspeto relevante dos padrões de utilização. A literatura sugere que existe uma distinção clara entre deslocações associadas a atividades

quotidianas e deslocações de caráter recreativo. Durante os dias úteis predominam viagens relacionadas com trabalho, estudo ou ligação ao transporte público, enquanto os fins de semana apresentam uma maior proporção de viagens associadas ao lazer e ao turismo. Adicionalmente, diversos estudos identificam uma forte influência das condições meteorológicas na procura por trotinetes elétricas, verificando-se reduções significativas da utilização em situações de precipitação, vento forte ou temperaturas mais baixas (Hardt, *et al*., 2019; McKenzie, 2019; Jiao & Bai, 2020).

A integração com os sistemas de transporte público emerge como um dos aspetos mais relevantes da literatura analisada. Os resultados demonstram que muitos utilizadores recorrem às trotinetes elétricas para complementar deslocações realizadas por metro, comboio ou autocarro, contribuindo para reduzir as dificuldades associadas aos percursos de acesso e dispersão dos passageiros. Esta evidência reforça a perspetiva de que a micromobilidade deve ser encarada como uma solução complementar e não necessariamente concorrente dos sistemas coletivos de transporte. Neste contexto, a eficácia da integração modal depende fortemente da existência de infraestruturas adequadas, da disponibilidade dos veículos e da articulação entre diferentes serviços de mobilidade urbana (McKenzie, 2019; Jiao & Bai, 2020).

Os fatores que influenciam a adoção das trotinetes elétricas constituem outro tema recorrente na literatura. Entre os principais elementos facilitadores destacam-se a rapidez das deslocações, a conveniência, a flexibilidade operacional e o reduzido esforço físico necessário para a sua utilização. Simultaneamente, fatores relacionados com a sustentabilidade ambiental e a redução da dependência do automóvel são frequentemente identificados como motivações para a utilização destes veículos (Kroesen, 2017; Sun *et al*., 2020; Seebauer, 2015).

Por outro lado, a perceção de insegurança, a inexistência de infraestruturas adequadas e os conflitos com outros utilizadores do espaço público surgem entre as barreiras mais frequentemente reportadas. Os modelos teóricos baseados na Teoria do Comportamento Planeado e nos modelos de aceitação tecnológica sugerem que a intenção de utilização depende não apenas das características objetivas do serviço, mas também das perceções individuais de utilidade, facilidade de utilização e risco associado (Kroesen, 2017; Sun *et al*., 2020; Seebauer, 2015).

De forma geral, verifica-se um elevado grau de consenso relativamente ao potencial das trotinetes elétricas para responder a necessidades de mobilidade urbana de curta distância e

melhorar a conectividade entre diferentes modos de transporte. Contudo, a revisão da literatura revelou também algumas lacunas de conhecimento. A maioria dos estudos concentra-se em grandes áreas metropolitanas da Europa e da América do Norte, existindo ainda pouca evidência relativa a cidades de menor dimensão. Adicionalmente, são escassos os estudos longitudinais capazes de analisar a evolução dos padrões de utilização ao longo do tempo e de avaliar de forma robusta o impacto da micromobilidade na substituição efetiva de viagens realizadas por automóvel privado. Estas limitações evidenciam a necessidade de aprofundar a investigação nesta área, particularmente em contextos urbanos onde a utilização das trotinetes elétricas continua em fase de consolidação.

2.6.2.2 SEGURANÇA E SINISTRALIDADE

A segurança rodoviária constitui uma das áreas mais estudadas na literatura recente sobre trotinetes elétricas, refletindo a rápida expansão destes veículos nos ambientes urbanos e o consequente aumento das preocupações relacionadas com o risco de acidentes. Os estudos analisados demonstram que a introdução das trotinetes elétricas foi acompanhada por um crescimento significativo do número de admissões hospitalares relacionadas com este modo de transporte, levando investigadores, autoridades de saúde pública e entidades responsáveis pela segurança rodoviária a dedicar uma atenção crescente aos seus impactos.

Apesar dos benefícios associados à mobilidade sustentável, a literatura evidencia que a utilização das trotinetes elétricas está associada a desafios de segurança específicos, decorrentes das características do veículo, do comportamento dos utilizadores e das condições da infraestrutura urbana (Toofany, *et al*., 2021; Namiri, *et al*., 2020; Trivedi, *et al*., 2019).

Uma das conclusões mais consistentes dos estudos analisados prende-se com a elevada incidência de acidentes sem envolvimento de terceiros. Diversas investigações demonstram que uma parte significativa dos acidentes registados resulta de quedas isoladas, frequentemente associadas a perda de equilíbrio, irregularidades do pavimento, obstáculos na via ou erros de condução. Este resultado diferencia parcialmente as trotinetes elétricas de outros modos de transporte e evidencia a importância das características da infraestrutura urbana na ocorrência de sinistros. Paralelamente, embora menos frequentes, os acidentes envolvendo veículos motorizados tendem a apresentar consequências substancialmente mais graves devido à diferença de massa e velocidade entre os intervenientes (Toofany, *et al*., 2021; Stigson, *et al*.,

2021; Yang, *et al.*, 2020).

A análise dos fatores de risco identificados na literatura revela que o comportamento dos utilizadores desempenha um papel determinante na sinistralidade associada às trotinetes elétricas. Entre os fatores mais frequentemente referidos destacam-se a inexperiência dos condutores, a circulação em espaços inadequados, a utilização simultânea do telemóvel e a condução sob o efeito de álcool ou outras substâncias psicoativas. Estudos realizados em diferentes países demonstram que uma proporção relevante dos acidentes graves ocorre durante períodos noturnos e fins de semana, contextos frequentemente associados ao consumo de álcool. Estes resultados sugerem que a sinistralidade não depende exclusivamente das características físicas dos veículos, mas também de comportamentos individuais que aumentam significativamente a exposição ao risco (Haworth & Schramm, 2019; Shiffler, *et al*., 2020; Che, *et al*., 2020; Yang, *et al*., 2020).

Relativamente às consequências dos acidentes, a literatura apresenta um elevado grau de consenso quanto às regiões anatómicas mais frequentemente afetadas. Os traumatismos cranioencefálicos surgem de forma consistente como uma das lesões mais preocupantes, representando uma proporção significativa dos casos que necessitam de observação hospitalar ou internamento.

As lesões na cabeça resultam frequentemente da projeção frontal do utilizador durante a queda, sendo agravadas pela reduzida utilização de equipamentos de proteção individual. Esta conclusão é recorrente em estudos desenvolvidos nos Estados Unidos, Canadá e diversos países europeus, que identificam os traumatismos cranianos como um dos principais problemas de

saúde pública associados à utilização das trotinetes elétricas (Namiri *et al*., 2020; Trivedi *et al*., 2019; Bauer *et al*., 2020; Puzio *et al*., 2020).

Para além das lesões cranianas, os estudos analisados identificam uma elevada incidência de traumatismos faciais, fraturas dos membros superiores e lesões ortopédicas diversas. As fraturas do punho, antebraço e clavícula são frequentemente reportadas, refletindo a tendência dos utilizadores para utilizarem os braços como mecanismo de proteção durante as quedas. Adicionalmente, diversos estudos clínicos descrevem lesões maxilofaciais, traumatismos dentários e lesões do pescoço associadas ao impacto direto com o pavimento ou outros elementos da infraestrutura urbana. Este perfil de lesões apresenta características relativamente

consistentes entre diferentes contextos geográficos, sugerindo a existência de mecanismos de acidente comuns associados à utilização destes veículos (Störmann, *et al*., 2020; Hennocq, *et al*., 2020; Oksanen, *et al*., 2020; Dhillon, *et al*., 2020; Blomberg, *et al*., 2019).

Outro aspeto amplamente discutido na literatura relaciona-se com a carga exercida sobre os sistemas de saúde. Vários estudos hospitalares demonstram um aumento das admissões em serviços de urgência após a introdução dos sistemas de partilha de trotinetes elétricas. Para além da frequência crescente das ocorrências, alguns autores destacam os custos associados ao tratamento das lesões e à utilização de recursos hospitalares especializados. Embora a maioria dos acidentes resulte em ferimentos ligeiros ou moderados, os casos mais graves podem envolver internamentos prolongados, intervenções cirúrgicas e processos de reabilitação complexos, gerando impactos significativos nos sistemas de saúde pública (Störmann, *et al*., 2020; Hennocq, *et al*., 2020; Oksanen, *et al*., 2020; Dhillon, *et al*., 2020; Blomberg, *et al*., 2019).

A literatura evidencia igualmente a existência de limitações importantes na recolha e monitorização dos dados de sinistralidade. Diversos autores alertam para fenómenos de subnotificação, uma vez que muitos acidentes não são participados às autoridades policiais e ficam registados apenas nos serviços hospitalares.

Esta situação dificulta a obtenção de indicadores consistentes e comparáveis entre diferentes países e cidades. Para além disso, vários sistemas estatísticos nacionais ainda não dispõem de categorias específicas para trotinetes elétricas, dificultando a avaliação rigorosa da evolução da sinistralidade associada à micromobilidade (Toofany, et al., 2021; Stigson, et al., 2021).

De um modo geral, os estudos analisados demonstram consenso relativamente à necessidade de desenvolver estratégias específicas para reduzir os riscos associados à utilização das trotinetes elétricas. Contudo, persistem algumas lacunas de investigação, nomeadamente no que se refere à análise longitudinal da sinistralidade, à comparação entre diferentes modelos de regulamentação e à avaliação dos efeitos de medidas preventivas implementadas pelas cidades. Verifica-se igualmente uma concentração significativa da investigação em países da Europa e da América do Norte, permanecendo relativamente limitada a evidência disponível para outros contextos geográficos (Toofany, et al., 2021; Stigson, et al., 2021; Namiri, et al., 2020).

Estas limitações evidenciam a necessidade de aprofundar o conhecimento científico sobre a segurança da micromobilidade e de melhorar os sistemas de recolha de dados associados a este modo de transporte.

2.6.2.3 REGULAMENTAÇÃO

A regulamentação das trotinetes elétricas tem assumido crescente relevância na literatura científica e técnica, acompanhando a expansão deste modo de transporte nas cidades. Os estudos analisados demonstram que o desenvolvimento da micromobilidade ocorreu mais rapidamente do que a adaptação dos enquadramentos legais existentes, originando diferentes abordagens regulatórias entre países, regiões e municípios. Como consequência, verifica-se uma considerável heterogeneidade na forma como as trotinetes elétricas são classificadas, reguladas e integradas nos sistemas de mobilidade urbana (Gössling, 2020; Shaheen, *et al*., 2020; *European Commission*, 2024).

Uma das conclusões mais frequentemente identificadas na literatura refere-se à ausência de harmonização regulatória entre diferentes jurisdições. Enquanto alguns países desenvolveram enquadramentos legais específicos para veículos de micromobilidade, outros optaram por integrar as trotinetes elétricas em categorias já existentes, nomeadamente velocípedes ou veículos ligeiros de mobilidade pessoal. Esta diversidade regulatória traduz-se em diferenças significativas relativamente à idade mínima dos utilizadores, limites de velocidade, utilização de equipamentos de proteção individual e espaços autorizados para circulação. Os autores analisados destacam que esta falta de uniformização pode gerar dificuldades na aplicação das regras e limitar o desenvolvimento coerente da micromobilidade à escala internacional (European Commission, 2024; ETSC, 2024; OECD/ITF, 2024).

Os estudos revistos evidenciam igualmente uma crescente preocupação das entidades reguladoras com a segurança rodoviária. Neste contexto, diversas organizações internacionais têm defendido a adoção de requisitos mínimos harmonizados para as trotinetes elétricas, incluindo limitações de velocidade, características técnicas dos sistemas de travagem e iluminação, bem como a definição clara dos espaços de circulação permitidos. A literatura demonstra que muitas das medidas regulatórias atualmente adotadas resultam da necessidade de reduzir conflitos entre utilizadores vulneráveis, veículos motorizados e peões, procurando simultaneamente preservar os benefícios associados à micromobilidade (ETSC, 2024; CITA, 2024; OECD/ITF, 2024).

Outro aspeto recorrente na literatura prende-se com o papel crescente dos municípios na regulamentação da micromobilidade. Embora muitas competências regulamentares permaneçam ao nível nacional, vários autores destacam que as autoridades locais assumem atualmente um papel determinante na gestão operacional dos sistemas de trotinetes elétricas. Questões relacionadas com estacionamento, localização dos veículos, definição de áreas de circulação condicionada e licenciamento dos operadores são frequentemente reguladas a nível municipal. Esta tendência reflete a necessidade de adaptar as soluções regulatórias às características específicas de cada contexto urbano, reconhecendo que os desafios enfrentados pelas cidades podem variar significativamente (Shaheen, *et al*., 2020; Adorean, 2024; FHWA, 2019).

A literatura demonstra ainda que os sistemas de partilha de trotinetes elétricas desempenharam um papel importante na evolução da regulamentação. A rápida expansão dos modelos *dockless* levou diversas cidades a implementar mecanismos específicos de controlo e monitorização, procurando responder a problemas relacionados com estacionamento desordenado, ocupação indevida do espaço público e distribuição excessiva de veículos. Neste contexto, surgiram novas ferramentas regulatórias, incluindo limites ao número de operadores, exigência de partilha de dados, zonas específicas de estacionamento e utilização de tecnologias de georreferenciação para controlo da circulação e do estacionamento dos veículos (Shaheen, *et al*., 2020; Gössling, 2020; Adorean, 2024).

Apesar dos avanços registados nos últimos anos, os estudos analisados identificam diversas limitações nos atuais modelos regulatórios. Entre os principais desafios destacam-se a dificuldade de fiscalização das regras de circulação, a rápida evolução tecnológica dos veículos e a necessidade de equilibrar objetivos de segurança, sustentabilidade e acessibilidade. Alguns autores argumentam que abordagens excessivamente restritivas podem limitar os benefícios da micromobilidade, enquanto regulamentações demasiado permissivas podem aumentar os riscos associados à utilização destes veículos. Esta tensão entre inovação e controlo regulatório constitui um dos temas centrais da investigação recente sobre micromobilidade (Gössling, 2020; *European Commission*, 2024; OECD/ITF, 2024).

De forma geral, verifica-se um consenso relativamente à necessidade de desenvolver enquadramentos regulatórios claros e adaptáveis, capazes de acompanhar a evolução da micromobilidade. Contudo, a revisão da literatura evidencia igualmente a existência de lacunas

de conhecimento, nomeadamente no que respeita à avaliação da eficácia das diferentes medidas regulatórias implementadas pelas cidades. A maioria dos estudos concentra-se na descrição de modelos e políticas existentes, sendo ainda relativamente limitada a evidência empírica sobre os seus efeitos a longo prazo na segurança rodoviária, nos padrões de utilização e na organização do espaço urbano. Estas limitações sugerem a necessidade de aprofundar a investigação sobre o impacto das diferentes abordagens regulatórias na integração sustentável das trotinetes elétricas nos sistemas urbanos de transporte (Gössling, 2020; Shaheen, *et al*., 2020; European Commission, 2024; Adorean, 2024).

2.6.2.4 GESTÃO URBANA

A integração das trotinetes elétricas nos sistemas urbanos de mobilidade constitui um dos temas que tem vindo a ganhar maior relevância na literatura recente. Embora os benefícios associados à micromobilidade sejam amplamente reconhecidos, diversos estudos demonstram que o sucesso da sua implementação depende da capacidade das cidades para adaptar infraestruturas, modelos de gestão e instrumentos de planeamento urbano a esta nova realidade. A utilização crescente destes veículos veio introduzir novos desafios relacionados com a organização do espaço público, a coexistência entre diferentes modos de transporte e a articulação entre mobilidade sustentável e qualidade do ambiente urbano (Dorean, 2024; OECD/ITF, 2024; Holve, 2023).

Uma das conclusões mais recorrentes da literatura prende-se com a necessidade de integrar a micromobilidade numa estratégia mais ampla de mobilidade urbana sustentável. Os estudos analisados defendem que as trotinetes elétricas não devem ser encaradas como uma solução isolada, mas sim como parte integrante de sistemas de transporte multimodais. Neste contexto, as cidades que apresentam melhores resultados tendem a promover a articulação entre micromobilidade, mobilidade ativa e transporte público, criando redes complementares capazes de reduzir a dependência do automóvel privado. A eficácia desta integração depende da acessibilidade dos principais interfaces de transporte e da existência de ligações seguras entre diferentes modos de deslocação (OECD/ITF, 2020; OECD/ITF, 2024; Adorean, 2024).

O estacionamento dos veículos constitui um dos desafios urbanos mais frequentemente identificados na literatura. A expansão dos sistemas *dockless* permitiu aumentar a flexibilidade de utilização das trotinetes elétricas, mas originou igualmente problemas relacionados com o

estacionamento desordenado e a ocupação indevida do espaço público. Diversos autores referem que a colocação de veículos em passeios, passadeiras e zonas de circulação pedonal pode comprometer a acessibilidade e gerar conflitos com outros utilizadores, particularmente pessoas com mobilidade reduzida. Em resposta a estes problemas, várias cidades implementaram zonas específicas de estacionamento e mecanismos digitais de controlo baseados em georreferenciação (Shaheen, *et al*., 2020; Adorean, 2024; Calgary Pilot Report, 2019).

A infraestrutura urbana surge igualmente como um fator determinante para o sucesso da integração da micromobilidade. Os estudos analisados demonstram que a existência de redes contínuas de ciclovias e de espaços dedicados à mobilidade ativa contribui para aumentar a segurança e incentivar a utilização destes veículos. Pelo contrário, a inexistência de infraestrutura adequada tende a aumentar os conflitos entre peões, utilizadores de trotinetes e veículos motorizados. A literatura revela ainda que a qualidade do pavimento, a configuração dos cruzamentos e a conectividade das redes cicláveis influenciam diretamente os níveis de utilização e a perceção de segurança por parte dos utilizadores (Holve, 2023; OECD/ITF, 2024; OECD/ITF, 2020).

Outro tema frequentemente abordado relaciona-se com os modelos de governação da micromobilidade. Os autores analisados destacam que a rápida expansão das trotinetes elétricas obrigou os municípios a desenvolver novos mecanismos de gestão e monitorização. Esta evolução traduziu-se na criação de processos de licenciamento de operadores, definição de limites de frota e implementação de sistemas de partilha de dados entre empresas privadas e autoridades públicas. A literatura sugere que a disponibilidade de informação operacional

constitui uma ferramenta essencial para apoiar decisões relacionadas com distribuição de veículos, planeamento de infraestrutura e avaliação dos impactos da micromobilidade na cidade (Shaheen*, et al*., 2020; FHWA, 2019; Adorean, 2024).

A análise dos estudos de caso evidencia que não existe uma solução única aplicável a todas as cidades. Experiências desenvolvidas em diferentes contextos urbanos demonstram que o sucesso da micromobilidade depende fortemente das características locais, incluindo densidade urbana, estrutura da rede de transportes, cultura de mobilidade e disponibilidade de espaço público. Embora algumas cidades tenham privilegiado abordagens mais regulatórias, outras

optaram por modelos colaborativos envolvendo operadores privados e entidades públicas. Esta diversidade de estratégias reflete a complexidade da integração da micromobilidade e a necessidade de adaptar as soluções às especificidades de cada território (Adorean, 2024; OECD/ITF, 2024; Holve, 2023).

Apesar dos avanços registados, a literatura identifica diversas lacunas de conhecimento relacionadas com a gestão urbana da micromobilidade. A maioria dos estudos centra-se em cidades europeias e norte-americanas, permanecendo limitada a evidência disponível para contextos urbanos de menor dimensão ou para regiões onde a micromobilidade ainda se encontra numa fase inicial de desenvolvimento. Adicionalmente, continua a existir uma escassez de estudos longitudinais que permitam avaliar os impactos da micromobilidade a longo prazo na organização do espaço urbano, nos padrões de mobilidade e na sustentabilidade dos sistemas de transporte. Estas limitações sugerem a necessidade de aprofundar a investigação sobre os efeitos das diferentes estratégias de gestão adotadas pelas cidades e sobre a sua eficácia na promoção de uma mobilidade urbana mais sustentável (OECD/ITF, 2024; Holve, 2023; Adorean, 2024).

3 CARACTERIZAÇÃO DA SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA (2010-2023)

3.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO E CARACTERIZAÇÃO DOS DADOS

Este capítulo apresenta a análise da sinistralidade rodoviária em Portugal no período compreendido entre 2010 e 2023, com base nos dados oficiais do BEAV/ANSR. A análise é desenvolvida a diferentes escalas territoriais, nacional, distrital e concelhia, permitindo identificar padrões gerais de evolução da sinistralidade, assim como dinâmicas específicas em contextos urbanos (Anexo 4).

Importa sublinhar que os dados oficiais de sinistralidade rodoviária disponibilizados pelo BEAV/ANSR não incluem, até ao momento, uma categoria estatística específica para as trotinetes elétricas. Este modo de transporte surge estatisticamente diluído, sobretudo, na categoria de velocípedes e, em menor escala, em outros veículos, impossibilitando a identificação direta e inequívoca dos acidentes associados à micromobilidade elétrica.

Esta limitação não constitui apenas um constrangimento metodológico da presente análise, mas representa, em si mesma, um resultado relevante da investigação, evidenciando um desfasamento entre a rápida difusão da micromobilidade nas cidades portuguesas e a capacidade dos sistemas estatísticos e da política pública em acompanhar essa transformação. Consequentemente, os resultados apresentados neste capítulo devem ser interpretados de forma crítica, recorrendo a categorias agregadas como indicadores indiretos dos impactos da micromobilidade, em particular no que respeita à segurança rodoviária e à proteção dos utilizadores vulneráveis.

Partindo deste enquadramento, a análise inicia-se com uma caracterização da evolução da sinistralidade rodoviária em Portugal, destacando tendências temporais nos acidentes com vítimas e na gravidade das lesões registadas. Seguidamente, a análise é desagregada por tipo de utilizador e categoria de veículo, com particular atenção aos utilizadores vulneráveis, permitindo enquadrar o fenómeno da micromobilidade no contexto mais amplo da segurança rodoviária urbana.

3.2 EVOLUÇÃO DA SINISTRALIDADE RODOVIÁRIA EM PORTUGAL (2010–2023)

A evolução dos acidentes com vítimas entre 2010 e 2023 deve ser analisada com particular atenção aos pressupostos metodológicos subjacentes aos dados utilizados, uma vez que o período em estudo integra alterações estruturais relevantes no âmbito estatístico.

Os valores apresentados na Figura 8 correspondem ao número anual de acidentes com vítimas, conforme definidos no Boletim Estatístico de Acidentes de Viação (BEAV), considerando ocorrências na via pública ou com origem nesta, envolvendo pelo menos um veículo em movimento e das quais resulte pelo menos uma vítima.

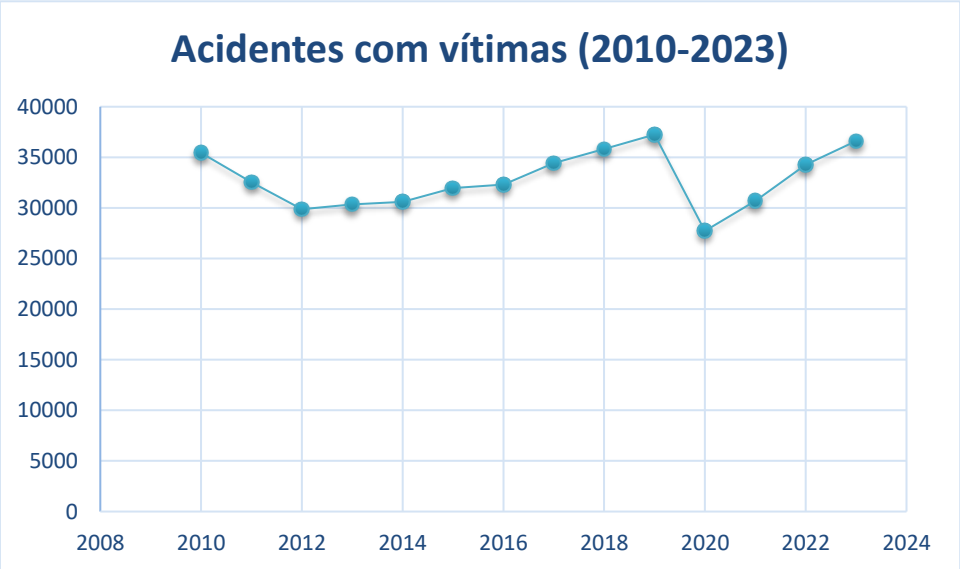


Figura 8 Acidentes com vítimas entre 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024)

Entre 2010 e 2017, os dados referem-se exclusivamente ao território do Continente, refletindo o âmbito geográfico adotado pelas estatísticas oficiais até esse momento. Nesse período, observa-se uma tendência globalmente decrescente até 2012, seguida de uma recuperação gradual. Em termos quantitativos, o número de acidentes com vítimas diminuiu de 35 426 em 2010

para 29 867 em 2012, correspondendo a uma redução absoluta de 5 559 acidentes, ou cerca de 15,7%. A partir de 2013, verifica-se uma inversão dessa tendência, com um crescimento progressivo até 2017, ano em que se registaram 34 416 acidentes, valor significativamente superior ao mínimo observado em 2012, mas ainda ligeiramente inferior ao registado no início da série temporal. Esta evolução sugere um período de relativa estabilidade e coerência metodológica, permitindo comparações diretas entre anos consecutivos dentro deste intervalo temporal.

Em 2018 ocorre uma alteração metodológica relevante, correspondente ao alargamento do âmbito geográfico das estatísticas, passando estas a abranger não só o Continente, mas também as Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira, representando assim o total de Portugal.

Este alargamento constitui uma quebra de série, uma vez que aumenta o universo estatístico considerado. Nesse contexto, o aumento observado de 34 416 acidentes em 2017 para 35 816 em 2018, correspondente a mais 1 400 acidentes (aproximadamente +4,1%), não pode ser interpretado exclusivamente como um agravamento efetivo da sinistralidade rodoviária, mas sim como resultado, pelo menos parcial, da inclusão de novas áreas geográficas no sistema de contabilização. Do ponto de vista metodológico, este momento representa uma descontinuidade estatística que limita a comparabilidade direta entre os períodos pré e pós-2018.

No período posterior a 2018, já com dados referentes a todo o território nacional, observa-se inicialmente um crescimento do número de acidentes com vítimas entre 2018 e 2019, passando de 35 816 para 37 251 acidentes. Este aumento absoluto de 1 435 acidentes, correspondente a cerca de 4,0%, pode ser associado a fatores como o aumento da mobilidade, a retoma económica e uma maior exposição ao risco rodoviário. Contudo, em 2020 verifica-se uma quebra abrupta e excecional, com o número de acidentes a cair para 27 725, o que representa uma redução de 9 526 acidentes face a 2019, ou seja, uma diminuição de aproximadamente 25,6%. Esta variação extrema deve ser interpretada como o efeito de um choque exógeno associado à pandemia de COVID-19, nomeadamente aos períodos de confinamento, à redução significativa da circulação rodoviária e à alteração dos padrões de mobilidade da população.

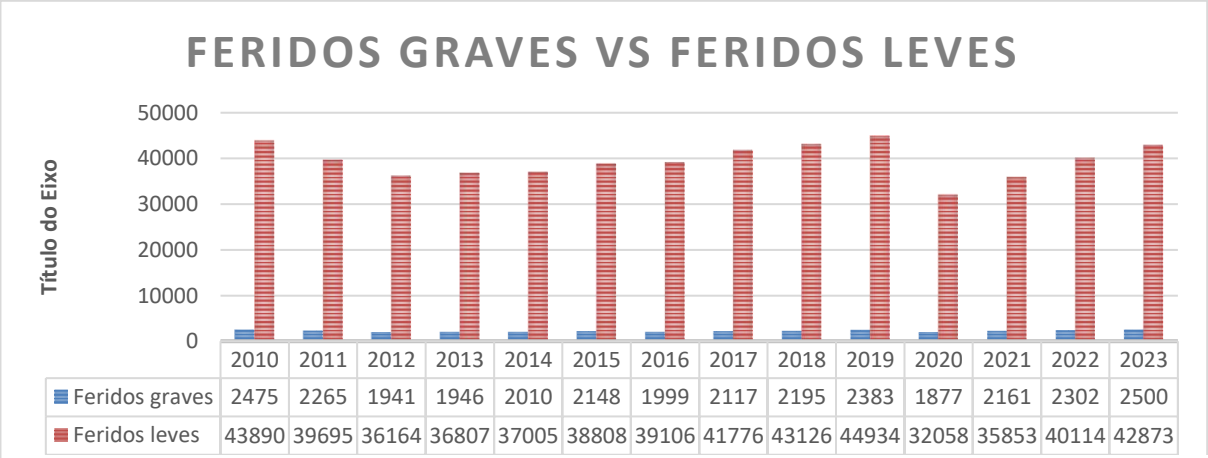
A partir de 2021 inicia-se uma fase de recuperação progressiva. Nesse ano registaram-se 30 691 acidentes com vítimas, aumentando para 34 276 em 2022 e atingindo 36 595 em 2023. Entre 2020 e 2023, o crescimento acumulado foi de 8 870 acidentes, correspondendo a um aumento

de cerca de 32%. Em 2023, o número de acidentes aproxima-se dos valores observados em 2019 e supera todos os anos do período pré-2018, ainda que num contexto metodologicamente distinto e com um universo geográfico mais amplo.

Assim, do ponto de vista metodológico, a análise da evolução dos acidentes com vítimas entre 2010 e 2023 deve ser interpretada à luz de três elementos fundamentais: a comparabilidade interna válida dentro de cada período homogéneo, a quebra metodológica introduzida em 2018 devido ao alargamento territorial e a existência de um evento excecional em 2020 que afeta significativamente a série temporal. A representação gráfica com uma linha vertical em 2018 assume, neste contexto, um papel fundamental, ao explicitar a mudança metodológica e ao prevenir interpretações lineares incorretas da evolução dos dados. Esta abordagem garante maior rigor analítico, transparência estatística e robustez científica na leitura dos resultados apresentados.

3.3 EVOLUÇÃO DA SINISTRALIDADE FERIDOS GRAVES E FERIDOS LEVES (2010–2023)

A Figura 9 apresenta a evolução comparativa dos feridos graves e feridos leves a 30 dias, no período compreendido entre 2010 e 2023. A leitura conjunta destas duas categorias de gravidade permite analisar diferenças estruturais no comportamento da sinistralidade rodoviária, evidenciando de que forma a frequência de acidentes de maior e menor gravidade evolui ao longo do tempo. Este confronto é particularmente relevante para compreender alterações no perfil do risco rodoviário e serve de base à interpretação crítica desenvolvida de seguida.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Feridos graves	2475	2265	1941	1946	2010	2148	1999	2117	2195	2383	1877	2161	2302	2500
Feridos leves	43890	39695	36164	36807	37005	38808	39106	41776	43126	44934	32058	35853	40114	42873

Figura 9 Comparação Feridos Graves com Leves (Fonte: BEAV, 2024)

O gráfico evidencia, de forma clara, a predominância consistente dos feridos leves no conjunto das vítimas de acidentes rodoviários, bem como dinâmicas temporais distintas entre os dois níveis de gravidade. Em todo o período analisado, o número de feridos leves é substancialmente superior ao dos feridos graves, mantendo uma relação estrutural estável que reflete a distribuição típica da severidade das consequências dos acidentes com vítimas. No período inicial da série temporal, entre 2010 e 2012, observa-se uma diminuição significativa em ambas as categorias. Em 2010 registaram-se 43 890 feridos leves e 2 475 feridos graves.

Em 2012, estes valores reduziram-se para 36 164 feridos leves e 1 941 feridos graves, correspondendo a diminuições absolutas de 7 726 feridos leves (-17,6%) e 534 feridos graves (-21,6%). Esta redução mais acentuada entre os feridos graves sugere um impacto positivo das políticas de segurança rodoviária e de prevenção da sinistralidade grave neste período, bem como a possível influência de uma menor intensidade de tráfego associada ao contexto económico.

Entre 2013 e 2017, ambas as séries apresentam uma tendência de crescimento gradual. Os feridos leves aumentam de 36 807 em 2013 para 41 776 em 2017, enquanto os feridos graves crescem de 1 946 para 2 117 no mesmo intervalo. Este aumento conjunto indica uma retoma da mobilidade rodoviária, com efeitos diretos no número absoluto de vítimas, ainda que os níveis de gravidade permaneçam relativamente controlados quando comparados com o início da década. Importa salientar que, neste período, a relação entre feridos graves e feridos leves se mantém estável, com os feridos graves a representarem aproximadamente 5% do total de feridos.

Em 2018 verifica-se um novo aumento em ambas as categorias, com 43 126 feridos leves e 2 195 feridos graves, valores que continuam a crescer em 2019, atingindo 44 934 feridos leves e 2 383 feridos graves. Contudo, esta evolução deve ser interpretada com cautela, uma vez que coincide com uma alteração metodológica relevante, correspondente ao alargamento do âmbito geográfico das estatísticas a todo o território nacional, incluindo as Regiões Autónomas. Assim, parte do acréscimo observado resulta do aumento do universo estatístico e não exclusivamente de um agravamento da sinistralidade rodoviária.

O ano de 2020 constitui uma quebra abrupta em ambas as séries, com os feridos leves a diminuírem para 32 058 e os feridos graves para 1 877. Em termos relativos, esta redução

corresponde a -28,6% nos feridos leves e -21,2% nos feridos graves face a 2019.

Tal comportamento excecional é diretamente associado ao impacto da pandemia de COVID-19, marcada por fortes restrições à circulação, redução drástica da mobilidade e alterações profundas nos padrões de deslocação, configurando um choque exógeno temporário na série temporal.

A partir de 2021 observa-se uma recuperação progressiva. Nesse ano registaram-se 35 853 feridos leves e 2 161 feridos graves, valores que aumentaram para 40 114 e 2 302 em 2022, e para 42 873 e 2 500 em 2023. Entre 2020 e 2023, o aumento acumulado foi de 10 815 feridos leves (+33,7%) e de 623 feridos graves (+33,2%), revelando uma recuperação paralela e proporcional entre as duas categorias. Em 2023, os feridos graves atingem o valor mais elevado de toda a série, enquanto os feridos leves se aproximam dos máximos observados antes da pandemia.

Em síntese, o gráfico demonstra que, apesar das flutuações associadas a fatores conjunturais e metodológicos, a estrutura da sinistralidade rodoviária em Portugal mantém-se marcada por uma forte predominância de feridos leves, acompanhada por um número bastante mais reduzido de feridos graves. A evolução paralela das duas séries ao longo do tempo sugere que as variações na intensidade da mobilidade têm impacto direto no número absoluto de vítimas, enquanto a proporção relativa entre níveis de gravidade permanece relativamente estável. A correta interpretação destes resultados exige, assim, uma leitura contextualizada que considere simultaneamente a alteração metodológica de 2018 e o impacto excecional da pandemia em 2020, garantindo rigor e coerência na análise da gravidade da sinistralidade rodoviária.

3.4 UTILIZADORES VULNERÁVEIS: PEÕES E CONDUTORES

A análise dos utilizadores vulneráveis assume particular relevância no contexto da segurança rodoviária contemporânea. A literatura mostra que peões, ciclistas e utilizadores de modos de micromobilidade apresentam níveis de exposição ao risco significativamente superiores aos dos ocupantes de veículos motorizados, sobretudo em ambientes urbanos caracterizados por elevada densidade de tráfego e coexistência modal.

3.4.1 ANÁLISE DISTRITAL (2010-2023)

A Figura 10 apresenta a evolução dos acidentes com vítimas mortais a 30 dias, desagregados por grandes regiões, no período compreendido entre 2010 e 2023. Esta leitura regional permite identificar diferenças territoriais na evolução da mortalidade rodoviária, bem como compreender de que forma contextos urbanos, metropolitanos e menos densos apresentam comportamentos distintos ao longo do tempo. A análise deste gráfico constitui, assim, uma base fundamental para a interpretação crítica dos padrões espaciais e temporais da sinistralidade mais grave.

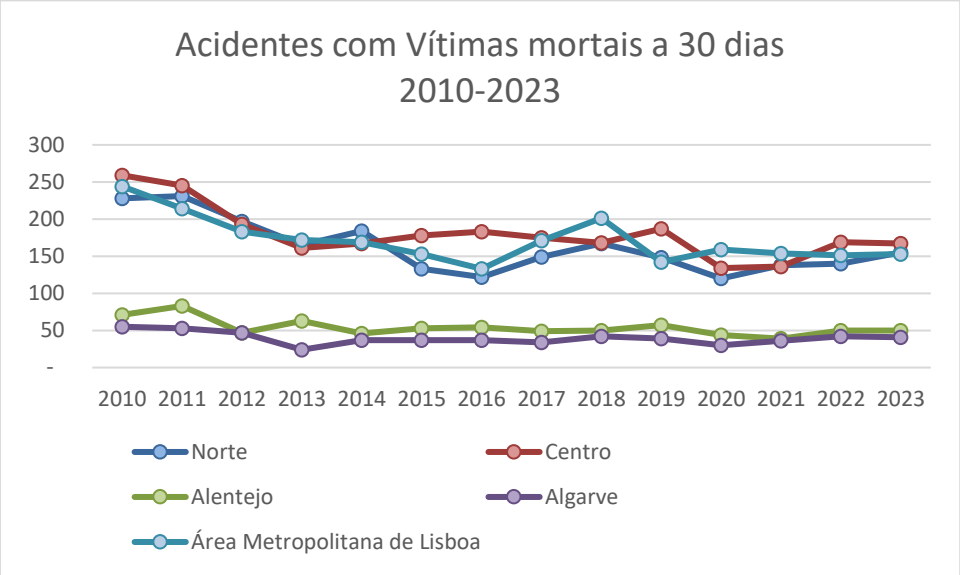


Figura 10 Acidentes com Vítimas mortais a 30 dias (Fonte: BEAV, 2024)

A evolução dos acidentes com vítimas mortais a 30 dias entre 2010 e 2023 revela padrões regionais que, embora menos volumosos do que os observados nos acidentes com vítimas em geral, são particularmente relevantes do ponto de vista analítico, uma vez que traduzem as formas mais graves da sinistralidade rodoviária. A leitura conjunta das séries temporais evidencia uma tendência global de redução ao longo da primeira metade da década, seguida de uma fase de estabilização com oscilações regionais diferenciadas, pontuada por uma quebra em 2020 e uma recuperação subsequente que não é uniforme entre territórios. Esta evolução sugere que, ao contrário dos acidentes com vítimas, a mortalidade rodoviária responde de forma mais complexa a alterações na mobilidade, refletindo não apenas volume de tráfego, mas também fatores estruturais ligados ao risco e à severidade dos acidentes.

A Área Metropolitana de Lisboa apresenta, ao longo de quase todo o período analisado, valores elevados de vítimas mortais, confirmando o peso estrutural da região na sinistralidade mais grave. Apesar da tendência geral de diminuição entre 2010 e 2016, observa-se uma recuperação expressiva em 2018, seguida de oscilações relativamente contidas até 2023. Importa salientar que a quebra observada em 2020 é menos pronunciada do que aquela registada nos acidentes com vítimas, o que pode indicar que, mesmo com a redução da mobilidade, persistem níveis elevados de risco associado a deslocações essenciais em contextos metropolitanos. A incapacidade de regressar aos mínimos históricos pode ser interpretada como sinal de que a complexidade urbana continua a gerar condições propícias a acidentes de elevada gravidade.

A região Norte apresenta uma trajetória de redução mais consistente ao longo da década, com uma descida gradual desde 2010 até 2016, seguida de oscilações e de uma recuperação parcial nos anos mais recentes. A quebra de 2020 é clara, mas relativamente proporcional à redução observada noutras regiões. A recuperação posterior, ainda que moderada, sugere que a mortalidade rodoviária no Norte permanece estruturalmente presente, possivelmente associada à coexistência de eixos viários de alta velocidade, áreas urbanas densas e zonas rurais extensas, onde o risco de acidentes severos é elevado. Este padrão reforça a leitura de que a diversidade territorial interna da região influencia a persistência de vítimas mortais, mesmo em contextos de menor densidade populacional.

A região Centro destaca-se por apresentar valores elevados ao longo da série, frequentemente próximos ou superiores aos da Área Metropolitana de Lisboa, apesar de uma menor densidade urbana. Este dado é particularmente relevante do ponto de vista crítico, uma vez que sugere que a mortalidade rodoviária não é exclusivamente um fenómeno urbano. A manutenção de valores elevados, com flutuações moderadas e uma recuperação rápida após 2020, pode estar associada à elevada presença de vias interurbanas e itinerários de longa distância, onde os acidentes tendem a ser menos frequentes, mas significativamente mais graves. Esta leitura reforça a necessidade de diferenciar políticas de segurança rodoviária em função do tipo de rede viária dominante.

O Algarve apresenta, ao longo de todo o período, valores relativamente baixos quando comparados com as restantes regiões, mas com variações expressivas ano a ano. A forte redução verificada entre 2011 e 2013, seguida de oscilações e de uma recuperação nos anos mais recentes, sugere uma mortalidade rodoviária sensível a fatores exógenos, em particular a

sazonalidade turística. A quebra em 2020 é novamente evidente, mas a recuperação até 2023 confirma que o aumento temporário da população e a intensificação sazonal da mobilidade continuam a influenciar a gravidade da sinistralidade na região.

O Alentejo é a região com menor número absoluto de vítimas mortais em todo o período analisado, apresentando, ainda assim, oscilações relevantes. A leitura crítica destes dados indica que a baixa densidade populacional e a menor intensidade de tráfego reduzem a frequência absoluta de acidentes fatais, mas não eliminam o risco estrutural associado à circulação em vias de elevada velocidade e longos percursos.

A quebra em 2020 e a posterior estabilização em valores moderados confirmam que, mesmo em contextos menos pressionados, a mortalidade rodoviária permanece sensível a alterações nos padrões de mobilidade.

Em síntese, a análise regional das vítimas mortais a 30 dias evidencia que a gravidade da sinistralidade rodoviária depende não apenas da intensidade da mobilidade, mas também da configuração territorial, do tipo de rede viária e do perfil funcional das deslocações. As regiões metropolitanas concentram volumes elevados de vítimas mortais devido à complexidade do sistema viário, enquanto regiões menos densas, como o Centro e o Alentejo, revelam níveis de mortalidade associados a contextos interurbanos e a velocidades mais elevadas. A quebra de 2020 demonstra a sensibilidade da mortalidade à redução da mobilidade, mas a recuperação verificada nos anos seguintes indica que, na ausência de transformações estruturais profundas, o risco de ocorrência de acidentes fatais permanece. Esta evidência reforça a necessidade de abordagens territoriais diferenciadas e de políticas de segurança rodoviária que considerem explicitamente a severidade dos acidentes e não apenas a sua frequência.

3.4.2 SINISTRALIDADE URBANA NO PORTO: EVOLUÇÃO DOS FERIDOS LEVES

O gráfico seguinte apresenta a evolução do número de feridos leves no concelho do Porto, no período compreendido entre 2010 e 2023. Este indicador permite analisar a sinistralidade rodoviária urbana associada a acidentes de menor gravidade, particularmente sensíveis às dinâmicas da mobilidade quotidiana e à coexistência entre diferentes modos de transporte. A leitura temporal dos feridos leves constitui, assim, um elemento central para compreender as transformações do risco rodoviário em contexto urbano e serve de base à discussão apresentada de seguida.

A Figura 11 evidencia a evolução do número de feridos leves no concelho do Porto entre 2010 e 2023, permitindo analisar de forma detalhada a dinâmica da sinistralidade urbana ao longo de mais de uma década. A série temporal apresenta variações claras que refletem tanto fatores conjunturais como transformações estruturais nos padrões de mobilidade urbana.

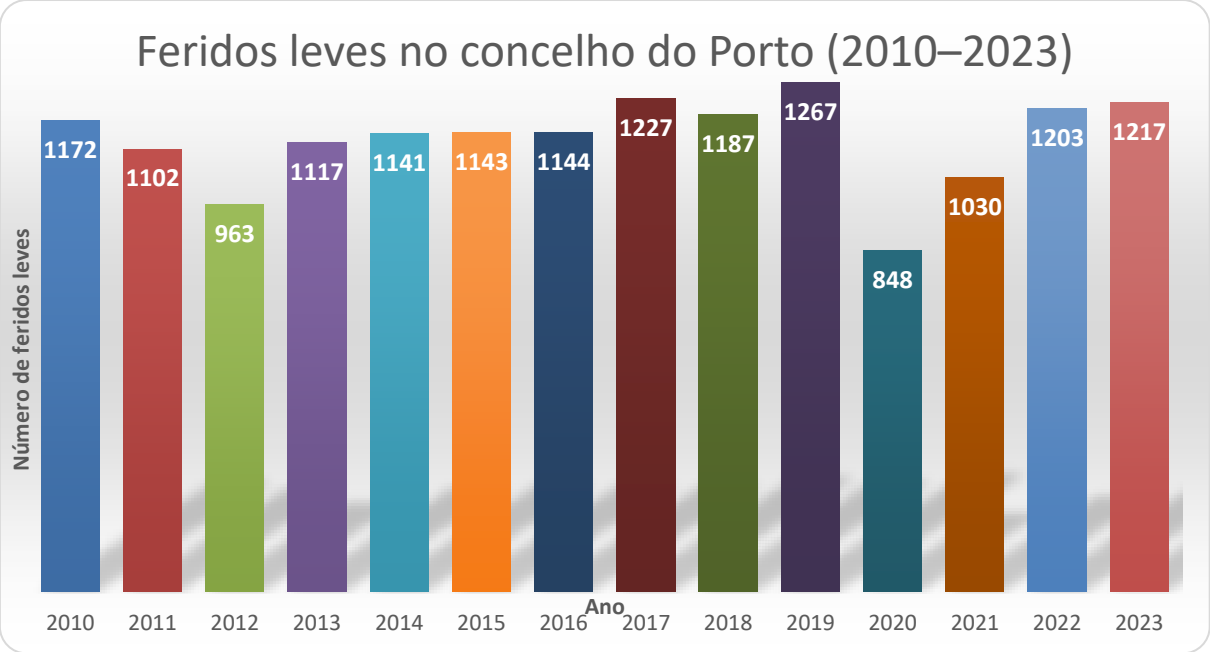


Figura 11 Feridos Leves Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024)

Entre 2010 e 2012 observa-se uma redução significativa do número de feridos leves, de 1172 em 2010 para um mínimo de 963 em 2012. Esta diminuição acompanha a tendência nacional de queda da sinistralidade observada no início da década, frequentemente associada a uma menor intensidade da mobilidade, ao contexto económico adverso e a efeitos acumulados de políticas de segurança rodoviária implementadas anteriormente. No entanto, esta fase descendente revela-se temporária e não estrutural no contexto urbano do Porto.

A partir de 2013 inicia-se um período prolongado de crescimento, com valores que se mantêm acima dos mil feridos leves por ano e que atingem máximos relevantes em 2017 (1227) e, sobretudo, em 2019 (1267), o valor mais elevado de toda a série. Este crescimento coincide com um período de forte intensificação da mobilidade urbana, marcado pela recuperação económica, pelo aumento do turismo e por uma maior pressão sobre o espaço público. Neste contexto, o concelho do Porto regista uma coexistência cada vez mais intensa entre automóveis, transporte coletivo, peões, bicicletas e, progressivamente, novos modos de micromobilidade.

O ano de 2020 constitui uma rutura abrupta na série, com uma queda acentuada para 848 feridos leves, o valor mais baixo desde 2012. Esta redução está claramente associada às restrições à mobilidade impostas durante a pandemia de COVID-19 e confirma que os feridos leves são um indicador altamente sensível à intensidade das interações no espaço viário urbano. Importa salientar que esta quebra não resulta de alterações estruturais na segurança rodoviária, mas sim de um choque externo excecional.

A partir de 2021 verifica-se uma recuperação progressiva e consistente, com o número de feridos leves a aumentar para 1030 em 2021, 1203 em 2022 e 1217 em 2023. Esta trajetória indica um rápido regresso a níveis próximos dos observados no período pré-pandemia, reforçando a leitura de que a redução de 2020 foi conjuntural. A retoma confirma que, à medida que a mobilidade urbana é restabelecida, reaparecem padrões de sinistralidade semelhantes aos anteriores, sugerindo que os fatores estruturais de risco permanecem em grande medida inalterados.

Do ponto de vista da micromobilidade, esta evolução assume particular relevância. Os feridos leves constituem uma categoria de gravidade que inclui, de forma significativa, utilizadores vulneráveis do sistema viário, como ciclistas, utilizadores de trotinetes elétricas e peões. Embora o gráfico não permita distinguir diretamente os modos envolvidos, a aceleração do crescimento dos feridos leves a partir de 2015 e, sobretudo, após 2017 coincide temporalmente com a expansão da infraestrutura ciclável, a introdução e massificação de trotinetes elétricas partilhadas e a mudança da perceção social da mobilidade urbana no Porto. Esta convergência temporal não estabelece uma relação causal direta, mas fornece indícios consistentes de que a diversificação modal aumentou a complexidade e a exposição ao risco no espaço urbano.

Em contexto urbano consolidado, caracterizado por ruas estreitas, elevada densidade construída e sobreposição de fluxos, a integração rápida de novos modos de transporte sem adaptações estruturais equivalentes tende a traduzir-se num aumento da sinistralidade de gravidade intermédia. O crescimento dos feridos leves pode, assim, ser interpretado como um efeito colateral da transição para modelos de mobilidade mais sustentáveis, quando essa transição ocorre num sistema viário que não foi originalmente concebido para acomodar uma elevada diversidade funcional.

Em síntese, os dados demonstram que a sinistralidade urbana no concelho do Porto, medida

através dos feridos leves, está fortemente associada à intensidade da mobilidade e à complexidade da coexistência modal. A evolução observada sugere que a promoção da micromobilidade, embora desejável do ponto de vista ambiental e social, não é neutra em termos de segurança rodoviária. Pelo contrário, sem um enquadramento infraestrutural e normativo adequado, tende a refletir-se num aumento da incidência de feridos leves, tornando este indicador particularmente relevante para avaliar criticamente as políticas de mobilidade urbana.

3.5 EVOLUÇÃO GLOBAL DA SINISTRALIDADE NO CONCELHO DO PORTO

A Figura 12 apresenta a evolução das vítimas mortais, feridos graves e feridos leves registados no concelho do Porto entre 2010 e 2023. A análise conjunta destes indicadores permite identificar tendências temporais distintas relativamente à frequência e gravidade da sinistralidade rodoviária.

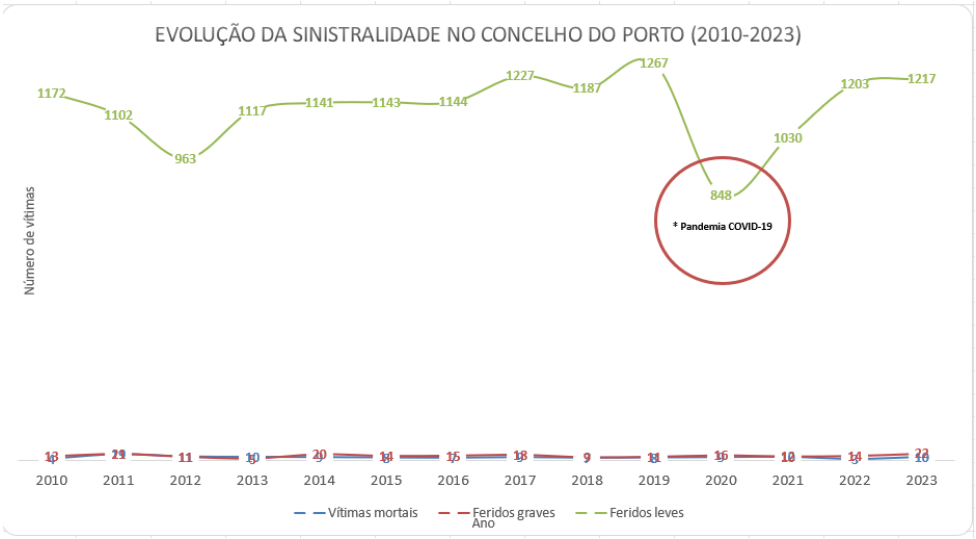


Figura 12 Evolução da Sinistralidade no Concelho do Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024)

Os feridos leves constituem, de forma consistente, a categoria mais representativa da sinistralidade urbana ao longo de todo o período analisado. Em 2010 registaram-se 1172 feridos leves, verificando-se uma diminuição até 2012, ano em que foi atingido o valor mínimo da primeira metade da série (963 vítimas). A partir de 2013 observa-se uma recuperação gradual, culminando em 1267 feridos leves em 2019, o valor mais elevado de todo o período analisado.

Em 2020 verifica-se uma quebra abrupta para 848 feridos leves, correspondendo a uma redução de cerca de 33% relativamente ao ano anterior. Esta diminuição está diretamente associada às restrições de mobilidade impostas durante a pandemia de COVID-19, que originaram uma redução significativa dos volumes de tráfego e das deslocações urbanas. Nos anos seguintes observa-se uma recuperação progressiva da sinistralidade, atingindo 1217 feridos leves em 2023, valor muito próximo dos níveis registados antes da pandemia.

Relativamente aos feridos graves, o comportamento é mais irregular e caracterizado por oscilações anuais. Os valores variam entre um mínimo de 5 casos em 2013 e um máximo de 22 casos em 2023. Apesar da reduzida dimensão desta categoria quando comparada com os feridos leves, observa-se uma tendência de agravamento nos anos mais recentes, verificando-se que 2023 corresponde ao valor mais elevado de toda a série temporal.

As vítimas mortais apresentam igualmente uma evolução oscilatória. O valor máximo foi registado em 2011, com 19 vítimas mortais, após o qual se verifica uma tendência geral de diminuição da mortalidade rodoviária. Entre 2015 e 2022 os valores mantiveram-se relativamente baixos, oscilando entre 3 e 10 vítimas mortais por ano. No entanto, em 2023 registaram-se novamente 10 vítimas mortais, evidenciando que a mortalidade rodoviária permanece um problema relevante no contexto urbano portuense.

De forma global, os resultados demonstram que a evolução da sinistralidade no concelho do Porto está fortemente associada à intensidade da mobilidade urbana. A quebra observada em 2020 revelou-se essencialmente conjuntural, verificando-se posteriormente um regresso a níveis de sinistralidade semelhantes aos registados antes da pandemia. Paralelamente, o aumento recente dos feridos graves sugere que, apesar dos progressos alcançados na segurança rodoviária, persistem fatores de risco estruturais que continuam a influenciar a ocorrência e a gravidade dos acidentes no espaço urbano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PADRÕES DE UTILIZAÇÃO DAS TROTINETES ELÉTRICAS

A literatura evidencia que as trotinetes elétricas são utilizadas predominantemente em deslocações urbanas de curta distância, assumindo um papel complementar aos sistemas de transporte público, particularmente em percursos de primeira e última milha. Esta conclusão encontra-se amplamente consolidada em estudos internacionais e sugere que estes veículos contribuem para aumentar a flexibilidade e a acessibilidade dos sistemas urbanos de mobilidade.

No contexto português, a confirmação desta tendência apresenta limitações devido à inexistência de dados específicos sobre utilização de trotinetes elétricas. Ainda assim, os resultados obtidos permitem discutir indiretamente algumas das transformações observadas nos padrões de mobilidade urbana. O aumento gradual da sinistralidade após 2013, particularmente em áreas urbanas como o Porto, coincide temporalmente com um período de diversificação modal, caracterizado pela expansão das infraestruturas cicláveis, pela promoção da mobilidade ativa e pela introdução dos serviços de partilha de trotinetes elétricas.

Importa salientar que esta coincidência temporal não permite estabelecer relações de causalidade. No entanto, sugere que a crescente complexidade dos sistemas de mobilidade urbana resultante da coexistência de múltiplos modos de transporte pode contribuir para alterar os padrões de utilização do espaço público e aumentar a intensidade das interações entre utilizadores.

Esta realidade assume particular relevância no caso do Porto. A elevada densidade funcional da cidade, associada à forte presença estudantil, turística e comercial, cria condições favoráveis à adoção de modos de micromobilidade. Contudo, as características estruturais da cidade, nomea-

damente ruas estreitas, declives acentuados e limitações de espaço disponível, constituem simultaneamente fatores potenciadores de conflito entre utilizadores.

Os resultados obtidos reforçam, assim, uma das principais conclusões identificadas na literatura: a eficácia da micromobilidade depende menos da existência dos veículos e mais da forma como estes são integrados no sistema urbano. A simples disponibilização de trotinetes elétricas não garante uma mobilidade mais eficiente ou sustentável. Pelo contrário, os benefícios associados a estes veículos dependem da existência de infraestruturas adequadas, de condições de estacionamento organizadas e de uma articulação efetiva com os restantes modos de transporte.

Deste modo, a principal discussão não se prende com a utilização das trotinetes elétricas em si, mas com a capacidade das cidades para acomodarem novos modos de mobilidade num espaço urbano já caracterizado por elevados níveis de ocupação e procura.

4.2 SEGURANÇA E SINISTRALIDADE

A segurança rodoviária constitui uma das principais preocupações identificadas na literatura internacional sobre micromobilidade. Os estudos analisados demonstram que os acidentes envolvendo trotinetes elétricas apresentam características específicas, destacando-se a elevada incidência de quedas sem intervenção de terceiros e a frequência significativa de lesões na cabeça e nos membros superiores.

No caso português, a inexistência de uma categoria estatística própria para trotinetes elétricas impede uma análise direta da sua sinistralidade. Esta limitação constitui, por si só, um dos resultados mais relevantes da presente investigação, uma vez que evidencia um desfasamento entre a rápida expansão da micromobilidade e a capacidade dos sistemas de monitorização acompanharem essa evolução.

Apesar dessa limitação, a análise dos dados da ANSR permitiu identificar tendências relevantes. A evolução dos acidentes com vítimas demonstra uma forte associação entre intensidade da mobilidade e exposição ao risco. O aumento gradual da sinistralidade até 2019, a redução abrupta durante a pandemia e a recuperação observada posteriormente confirmam que a circulação de pessoas e veículos continua a ser um dos principais determinantes da ocorrência de acidentes.

Os resultados obtidos para o concelho do Porto apresentam particular interesse. O crescimento dos feridos leves ao longo da última década coincide com um período de transformação dos padrões de mobilidade urbana, caracterizado pelo aumento da mobilidade ativa e pela introdução progressiva de novos modos de transporte individual, nomeadamente a trotinete elétrica. Embora não seja possível atribuir diretamente este aumento às trotinetes elétricas, os resultados sugerem que a crescente diversidade modal contribui para aumentar a complexidade das interações no espaço viário.

Esta interpretação encontra-se alinhada com a literatura internacional, que identifica a coexistência entre diferentes modos de transporte como um dos principais desafios da segurança rodoviária contemporânea. À medida que aumenta o número de utilizadores vulneráveis, como peões, ciclistas e utilizadores de trotinetes elétricas, cresce igualmente a necessidade de adaptar a infraestrutura urbana às suas características específicas.

Outro resultado relevante prende-se com o aumento recente dos feridos graves observado no Porto. Embora os valores absolutos permaneçam reduzidos, esta tendência sugere que a redução da frequência dos acidentes não corresponde necessariamente a uma diminuição da sua gravidade. Tal facto reforça a importância de estratégias focadas não apenas na prevenção dos acidentes, mas também na mitigação das suas consequências.

Em suma, os resultados obtidos permitem concluir que os desafios da segurança associada à micromobilidade não resultam exclusivamente das características das trotinetes elétricas. Pelo contrário, parecem estar fortemente relacionados com a capacidade das cidades para integrar novos modos de transporte num sistema viário que foi originalmente concebido para privilegiar o automóvel particular.

4.3 REGULAMENTAÇÃO E GESTÃO URBANA

Os resultados da revisão sistemática demonstram que a regulamentação constitui uma das dimensões mais determinantes para a integração da micromobilidade nas cidades. Apesar do crescimento significativo das trotinetes elétricas nos últimos anos, continua a verificar-se uma elevada heterogeneidade regulatória entre países e municípios, refletindo a ausência de consenso relativamente às melhores práticas de gestão deste fenómeno.

No caso português, esta situação manifesta-se de forma particularmente evidente através da

ausência de dados estatísticos específicos sobre trotinetes elétricas. Embora esta limitação seja frequentemente encarada apenas como um constrangimento metodológico, os resultados desta investigação sugerem que ela representa igualmente um problema de governação e planeamento urbano. Sem informação fiável sobre utilização e sinistralidade, torna-se difícil avaliar a eficácia das medidas implementadas e desenvolver políticas públicas verdadeiramente baseadas em evidência.

A análise efetuada evidencia igualmente a crescente importância dos municípios enquanto figura principal da regulamentação da micromobilidade. Questões relacionadas com estacionamento, gestão do espaço público, localização das zonas de circulação e controlo dos operadores são atualmente decididas maioritariamente ao nível local, exigindo soluções adaptadas às características específicas de cada cidade.

Os resultados obtidos para o Porto reforçam esta necessidade. O aumento da complexidade modal observado nos últimos anos sugere que a gestão da mobilidade urbana deixou de poder centrar-se exclusivamente na circulação automóvel. Pelo contrário, as cidades enfrentam atualmente o desafio de conciliar as necessidades de peões, ciclistas, utilizadores de trotinetes elétricas, transportes públicos e veículos motorizados, muitas vezes num espaço físico limitado.

A literatura demonstra que as cidades que apresentam melhores resultados na integração da micromobilidade tendem a combinar regulamentação, investimento em infraestruturas e utilização de sistemas de monitorização contínua. Esta conclusão assume particular relevância para o contexto português, onde a melhoria da segurança e da eficiência da mobilidade parece depender menos da criação de novas restrições regulamentares e mais da capacidade de desenvolver soluções integradas de planeamento urbano.

Assim, os resultados obtidos sugerem que os principais desafios da micromobilidade não decorrem da existência das trotinetes elétricas enquanto tecnologia, mas da dificuldade em as integrar em sistemas urbanos concebidos para uma realidade de mobilidade substancialmente diferente. O sucesso futuro da micromobilidade dependerá, por isso, da capacidade das cidades para promover uma articulação eficaz entre regulamentação, infraestrutura, recolha de dados e gestão do espaço público, assegurando simultaneamente segurança, acessibilidade e sustentabilidade.

5 RECOMENDAÇÕES PARA A GESTÃO URBANA

5.1 INFRAESTRUTURAS E ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO PÚBLICO

A criação de condições adequadas para a circulação de trotinetes elétricas constitui um dos principais fatores para a sua integração segura e eficiente no espaço urbano. A literatura analisada evidencia que a qualidade da infraestrutura influencia diretamente os níveis de segurança e utilização destes veículos, enquanto os resultados obtidos sugerem que a crescente diversificação modal aumenta a necessidade de adaptação do espaço público às novas formas de mobilidade.

Neste contexto, recomenda-se a expansão e consolidação das redes cicláveis urbanas, garantindo percursos contínuos entre zonas residenciais, equipamentos universitários, áreas comerciais e interfaces de transporte público. Particular atenção deverá ser dada à eliminação de descontinuidades na infraestrutura existente, uma vez que mudanças abruptas nas condições de circulação tendem a aumentar os conflitos entre utilizadores e a exposição ao risco.

Recomenda-se igualmente a requalificação dos pavimentos utilizados por modos de micromobilidade, através da correção de irregularidades, melhoria da drenagem e remoção de obstáculos que possam comprometer a estabilidade das trotinetes elétricas. A realização de auditorias periódicas às condições das infraestruturas permitiria identificar atempadamente pontos críticos e definir prioridades de intervenção.

Ao nível da organização do espaço público, os municípios deverão criar áreas específicas para estacionamento de trotinetes elétricas junto de estações ferroviárias, interfaces rodoviários, zonas comerciais e edifícios públicos. Nos sistemas de partilha, a utilização de *geofencing*

poderá contribuir para restringir o estacionamento a locais previamente definidos, reduzindo a ocupação indevida dos passeios e melhorando as condições de circulação pedonal.

5.2 REGULAMENTAÇÃO E SEGURANÇA RODOVIÁRIA

A crescente utilização de trotinetes elétricas em meio urbano exige a definição de medidas regulamentares capazes de garantir a segurança dos utilizadores e promover uma integração equilibrada com os restantes modos de transporte. Os resultados da revisão da literatura evidenciam que uma parte significativa dos acidentes está associada a comportamentos de risco, à utilização inadequada dos veículos e à ausência de regras harmonizadas entre diferentes contextos geográficos.

Neste sentido, recomenda-se a definição de uma idade mínima de 16 anos para a utilização de trotinetes elétricas, garantindo que os utilizadores possuem níveis adequados de maturidade e compreensão das regras de circulação rodoviária. Esta medida deverá ser complementada pela implementação de mecanismos de verificação da idade durante o processo de registo nas plataformas dos operadores.

Relativamente à proteção individual, recomenda-se a avaliação da obrigatoriedade da utilização de capacetes certificados de acordo com as normas europeias aplicáveis à mobilidade ativa, particularmente em vias partilhadas com tráfego motorizado. Como medida, os operadores de partilha poderão ser incentivados a desenvolver campanhas de sensibilização e programas de incentivo à utilização voluntária deste equipamento, tendo em conta a elevada incidência de lesões cranianas identificadas na literatura.

No âmbito da prevenção de comportamentos de risco, recomenda-se o reforço da fiscalização da condução sob o efeito de álcool, aplicando aos utilizadores de trotinetes elétricas os mesmos critérios de controlo já utilizados para outros modos de circulação rodoviária. Paralelamente, deverá ser promovida a realização de campanhas de sensibilização em zonas de elevada utilização destes veículos, particularmente áreas turísticas, universitárias e de lazer noturno.

Recomenda-se igualmente a introdução de limites de velocidade diferenciados em função do contexto urbano. Em zonas de coexistência com peões, como centros históricos e áreas pedonais autorizadas, a velocidade máxima poderá ser limitada a 10 km/h ou 15 km/h. Em infraestruturas dedicadas à mobilidade ativa, poderão manter-se os limites atualmente previstos para este tipo

de veículo. Nos sistemas de partilha, estes limites poderão ser implementados automaticamente através de tecnologias de *geofencing*.

Ao nível municipal, recomenda-se a criação de regulamentos específicos para a operação dos serviços de partilha, definindo critérios relativos ao número máximo de veículos autorizados, áreas permitidas para estacionamento, zonas de circulação condicionada e mecanismos de monitorização dos operadores. Esta medida permitirá reduzir problemas associados à concentração excessiva de veículos em determinadas áreas urbanas e melhorar a gestão do espaço público.

Por fim, recomenda-se a implementação de programas regulares de fiscalização e monitorização da segurança da micromobilidade, envolvendo municípios, forças de segurança e operadores. Estes programas deverão permitir identificar comportamentos de risco recorrentes, avaliar a eficácia das medidas implementadas e ajustar as estratégias de gestão da mobilidade urbana em função da evolução dos padrões de utilização.

5.3 RECOLHA E MONITORIZAÇÃO DE DADOS

A principal limitação identificada ao longo da presente investigação corresponde à inexistência de dados estatísticos específicos sobre acidentes envolvendo trotinetes elétricas em Portugal. Esta situação dificulta a avaliação rigorosa dos impactos da micromobilidade na segurança rodoviária e limita a capacidade das entidades públicas para desenvolver políticas fundamentadas em evidências.

Consequentemente, recomenda-se a criação de uma categoria específica para trotinetes elétricas nos sistemas de registo da sinistralidade utilizados pela ANSR e pela polícia. Esta alteração deverá permitir a identificação autónoma dos acidentes envolvendo estes veículos, distinguindo-os das restantes categorias de velocípedes.

Adicionalmente, os sistemas de recolha de informação deverão incluir variáveis relacionadas com a tipologia do acidente, características da infraestrutura, gravidade das lesões, perfil dos utilizadores e eventuais fatores contribuintes. A disponibilização destes dados permitirá melhorar o conhecimento sobre os riscos associados à micromobilidade e apoiar futuras investigações nesta área.

Recomenda-se igualmente o desenvolvimento de mecanismos de cooperação entre municípios,

autoridades de segurança rodoviária e operadores de partilha, promovendo a recolha e partilha sistemática de informação sobre padrões de utilização, procura dos serviços e localização das ocorrências registadas.

5.4 INTEGRAÇÃO DA MICROMOBILIDADE NOS SISTEMAS DE TRANSPORTE

A literatura analisada demonstra que as trotinetes elétricas desempenham frequentemente funções de primeira e última milha, assumindo um papel complementar relativamente aos sistemas de transporte público. Esta complementaridade constitui uma oportunidade para reforçar a atratividade dos modos sustentáveis e reduzir a dependência do automóvel privado em contexto urbano.

Neste sentido, recomenda-se a integração explícita da micromobilidade nos Planos de Mobilidade Urbana Sustentável e nos restantes instrumentos de planeamento dos transportes. As estratégias municipais deverão reconhecer as trotinetes elétricas como um elemento integrante dos sistemas urbanos de mobilidade, promovendo a articulação entre diferentes modos de transporte.

Recomenda-se ainda a instalação de parques de estacionamento para trotinetes elétricas junto a estações ferroviárias, estações de metro, interfaces rodoviárias e outros polos de transporte coletivo. Esta medida poderá facilitar as deslocações de primeira e última milha e incentivar a utilização combinada de diferentes modos de transporte.

Por último, deverá ser promovida a articulação entre operadores de partilha e entidades gestoras dos transportes públicos, permitindo uma melhor distribuição territorial dos veículos e garantindo que a oferta de micromobilidade responde às necessidades reais de acessibilidade urbana.

6 CONCLUSÕES

6.1 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

A realização desta investigação permitiu compreender melhor o papel que as trotinetes elétricas assumem atualmente nos sistemas de mobilidade urbana e os desafios associados à sua integração nas cidades. A análise efetuada demonstra que estes veículos se afirmaram como uma alternativa viável para deslocações de curta distância, assumindo particular importância em percursos urbanos e na ligação entre diferentes modos de transporte.

A revisão da literatura evidenciou que as trotinetes elétricas são utilizadas maioritariamente em contextos urbanos e apresentam potencial para contribuir para formas de mobilidade mais sustentáveis. Contudo, os benefícios associados à sua utilização dependem da existência de condições adequadas de integração no espaço urbano e de uma articulação eficaz com os restantes modos de transporte.

A segurança rodoviária revelou-se uma das principais preocupações associadas à expansão da micromobilidade. Os estudos analisados mostram que os utilizadores de trotinetes elétricas estão particularmente expostos a lesões decorrentes de quedas e colisões, destacando-se os traumatismos cranianos e nos membros superiores. Este resultado reforça a importância da adoção de medidas preventivas ao nível da infraestrutura, da regulamentação e da sensibilização dos utilizadores.

A análise dos dados de sinistralidade permitiu verificar que a evolução dos acidentes acompanha, em grande medida, as alterações observadas nos padrões de mobilidade. No caso do Porto, o aumento dos feridos leves ao longo dos últimos anos coincide com um contexto de crescente diversidade modal, marcado pela maior presença de peões, ciclistas, trotinetes elétricas e outros modos de transporte que partilham o mesmo espaço urbano.

Apesar dos dados disponíveis não permitam estabelecer relações diretas entre trotinetes elétricas e acidentes específicos, os resultados sugerem que a gestão desta coexistência representa um desafio crescente para as cidades.

De uma forma geral, conclui-se que as trotinetes elétricas representam uma oportunidade para diversificar as opções de mobilidade urbana e promover deslocações mais sustentáveis. No entanto, o aproveitamento desse potencial exige uma atuação integrada ao nível do planeamento urbano, da regulamentação, da segurança rodoviária e da monitorização contínua da utilização destes veículos. O futuro da micromobilidade dependerá, em grande parte, da capacidade das cidades para adaptar as suas infraestruturas e políticas públicas a uma realidade de mobilidade cada vez mais diversificada e dinâmica.

6.2 CONTRIBUTOS DA INVESTIGAÇÃO

A presente investigação contribui para o aprofundamento do conhecimento sobre a integração das trotinetes elétricas nos sistemas urbanos de mobilidade, através da articulação entre a revisão da literatura internacional, a análise da sinistralidade rodoviária em Portugal e a reflexão sobre os desafios de regulamentação e gestão urbana associados à micromobilidade.

Um dos principais contributos deste trabalho consiste na identificação de uma limitação relevante dos sistemas nacionais de monitorização da sinistralidade rodoviária. Apesar do crescimento da utilização de trotinetes elétricas nas cidades portuguesas, os dados estatísticos atualmente disponibilizados não permitem identificar de forma autónoma os acidentes envolvendo este modo de transporte. Esta limitação dificulta a avaliação rigorosa dos impactos da micromobilidade na segurança rodoviária e condiciona o desenvolvimento de políticas públicas baseadas em evidência.

A investigação contribui igualmente para uma melhor compreensão dos desafios associados à integração das trotinetes elétricas no contexto urbano português. A análise desenvolvida sugere que os principais desafios não decorrem exclusivamente das características dos veículos, mas sobretudo da sua coexistência com modos de transporte já existentes num espaço urbano frequentemente limitado e sujeito a múltiplas utilizações concorrentes. Neste sentido, o estudo reforça a importância de abordagens integradas que articulem infraestrutura, regulamentação, segurança rodoviária e planeamento urbano.

Outro contributo relevante consiste na sistematização da evidência científica disponível sobre padrões de utilização, segurança e regulamentação das trotinetes elétricas. A revisão realizada permitiu identificar tendências comuns observadas em diferentes contextos internacionais, bem como os principais fatores que influenciam a adoção destes veículos, os riscos associados à sua utilização e as estratégias adotadas por diferentes cidades para promover a sua integração sustentável.

A comparação entre a literatura internacional e os dados de sinistralidade analisados permitiu ainda evidenciar a necessidade de desenvolver mecanismos de recolha de informação mais adequados às novas realidades da mobilidade urbana. À medida que os sistemas de transporte se tornam mais diversificados, aumenta a importância da disponibilidade de dados específicos que apoiem processos de decisão fundamentados e permitam monitorizar de forma eficaz os impactos da micromobilidade.

Por último, o estudo apresenta um conjunto de recomendações orientadas para a promoção de uma integração mais segura e coerente das trotinetes elétricas no espaço urbano. Embora não tenham caráter prescritivo, estas recomendações poderão constituir um contributo útil para municípios, entidades gestoras da mobilidade e decisores públicos envolvidos no planeamento e gestão da micromobilidade em contexto urbano.

De forma geral, a principal contribuição desta investigação reside na integração de três dimensões frequentemente analisadas de forma isolada na literatura, nomeadamente os padrões de utilização, a segurança rodoviária e a regulamentação. Esta abordagem permitiu desenvolver uma visão multidimensional do fenómeno das trotinetes elétricas e dos desafios associados à sua incorporação nos sistemas urbanos de mobilidade, contribuindo para o debate científico sobre a micromobilidade e para a reflexão sobre o futuro da mobilidade sustentável nas cidades portuguesas.

6.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Apesar dos resultados obtidos permitirem alcançar os objetivos definidos para a investigação, importa reconhecer algumas limitações que condicionaram o desenvolvimento do estudo e que devem ser consideradas na interpretação dos resultados apresentados.

A principal limitação identificada relaciona-se com a disponibilidade de informação estatística

sobre trotinetes elétricas em Portugal. Os dados oficiais de sinistralidade rodoviária disponibilizados pela ANSR não incluem uma categoria específica para este modo de transporte, impossibilitando a identificação direta e inequívoca dos acidentes envolvendo trotinetes elétricas. Como consequência, a análise realizada teve de recorrer à utilização de categorias agregadas, nomeadamente através da desagregação por tipo de utilizador (peão, condutor e passageiro) e por categoria de veículo, assumindo estas variáveis como indicadores indiretos para contextualizar o fenómeno da micromobilidade.

Embora esta abordagem tenha permitido enquadrar a temática no contexto mais amplo da segurança rodoviária, limita a capacidade de estabelecer conclusões específicas sobre a contribuição direta das trotinetes elétricas para a evolução da sinistralidade em Portugal. Esta limitação evidencia igualmente um desfasamento entre a rápida expansão da micromobilidade nas cidades e a capacidade dos sistemas estatísticos oficiais em acompanhar esta transformação. A ausência de um enquadramento estatístico específico para trotinetes elétricas dificulta a monitorização do fenómeno, condiciona a comparação de resultados e reduz o suporte disponível para a formulação de políticas públicas baseadas em evidência.

Outra limitação decorre da dependência de fontes secundárias de informação. Tanto a revisão sistemática da literatura como a análise estatística desenvolvida basearam-se em dados previamente recolhidos por outras entidades, não tendo sido efetuada recolha direta de informação junto de utilizadores, operadores ou responsáveis pela gestão da mobilidade. A realização de inquéritos, entrevistas ou estudos observacionais poderia ter permitido uma compreensão mais aprofundada dos comportamentos de utilização, das perceções de risco e das necessidades dos diferentes intervenientes.

Verificou-se igualmente uma escassez de informação sobre a utilização efetiva das trotinetes elétricas em território nacional. A ausência de dados consolidados relativos ao número de utilizadores, volume de viagens, extensão dos percursos ou perfil dos utilizadores limitou a possibilidade de realizar análises quantitativas mais aprofundadas e de relacionar diretamente a evolução da micromobilidade com os indicadores de sinistralidade rodoviária analisados.

Por fim, a própria natureza dinâmica da micromobilidade constitui uma limitação do estudo. A evolução tecnológica das trotinetes elétricas, as alterações regulamentares e as mudanças nos padrões de utilização ocorrem a um ritmo muito rápido, pelo que alguns dos resultados e

recomendações apresentados poderão necessitar de atualização futura para acompanhar a evolução deste fenómeno.

Em conjunto, estas limitações não comprometem a validade da investigação realizada, mas devem ser consideradas na interpretação dos resultados e das recomendações propostas. Simultaneamente, evidenciam a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a micromobilidade em Portugal e reforçam a importância de futuras investigações nesta área.

6.4 PROPOSTA PARA INVESTIGAÇÃO FUTURA

Uma das principais linhas de investigação futura consiste no desenvolvimento de estudos específicos sobre a utilização de trotinetes elétricas em Portugal. A inexistência de informação detalhada sobre o perfil dos utilizadores, os motivos de utilização e os padrões de deslocação limita a compreensão da realidade nacional. A realização de inquéritos e estudos observacionais poderá contribuir para colmatar esta lacuna e fornecer informação mais precisa sobre a utilização destes veículos em contexto urbano.

Outra área que merece aprofundamento relaciona-se com a sinistralidade associada às trotinetes elétricas. A criação de categorias estatísticas específicas para este modo de transporte permitirá, no futuro, analisar diretamente os acidentes envolvendo trotinetes e compreender com maior rigor os fatores que influenciam a sua ocorrência e gravidade.

Por fim, recomenda-se o desenvolvimento de estudos que analisem a integração da micromobilidade com os sistemas de transporte público e a sua capacidade para substituir deslocações realizadas em automóvel privado. Esta informação poderá ajudar a compreender melhor o contributo real das trotinetes elétricas para a promoção de uma mobilidade urbana mais segura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adorean, E. C. (2024). *Micromobilidade elétrica e contributos para a governação urbana: Análise comparativa e prospetiva de Lisboa, Madrid e Cluj-Napoca* [Tese de doutoramento, Universidade Nova de Lisboa]. Repositório da FCSH-UNL. https://run.unl.pt/handle/10362/179456 (consultado a 30 abril)

Área Metropolitana de Lisboa (2022). *Mobilidade suave e micromobilidade partilhada*. (consultado a 19 fevereiro)

Área Metropolitana de Lisboa (2024). *Lisboa em Movimento: Mobilidade Sustentável e Acessível* (consultado a 19 fevereiro)

Assembleia Municipal de Lisboa. (2022). *Recomendação "Regulamento municipal de trotinetes partilhadas"*. https://www.am-lisboa.pt/documentos/1744386395Q5bDM0io0Yu42AF7.pdf (consultado a 24 de janeiro)

Automóvel Club de Portugal. (2025). *Acidentes com trotinetas não param de crescer*. Revista ACP. https://www.acp.pt/o-clube/revista-acp/atualidade/detalhe/acidentes-com-trotinetas-nao-param-de-crescer (consultado a 27 julho)

Badia, H., & Jenelius, E. (2023). *Shared e-scooter micromobility: Review of use patterns, perceptions and environmental impacts*. *Transport Reviews, 43*(5), 811–837. https://doi.org/10.1080/01441647.2023.2171500 (consultado a 30 abril)

Bauer, F., Riley, J. D., Lewandowski, K., Najafi, K., Markowski, H., & Kepros, J. (2020). *Traumatic injuries associated with standing motorized scooters*. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.1925 (consultado a 5 de maio)

Blomberg, S. N. F., Rosenkrantz, O. C. M., Lippert, F., & Christensen, H. C. (2019). *Injury from electric scooters in Copenhagen: A retrospective cohort study*. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2019-033988 (consultado a 5 de maio)

Brunner, H., Hirz, M., Hirschberg, W., & Fallast, K. (2018). Evaluation of various means of transport for urban areas. *Energy, Sustainability and Society, 8*. https://doi.org/10.1186/s13705-018-0149-0 (consultado a 30 abril)

Buehler, R., & Pucher, J. (2021). *COVID-19 impacts on cycling, 2019-2020*. *Transport Reviews, 41*(4), 393-400. https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1914909 (consultado a 30 abril)

Cabrera Lona, B. A. (2021). *Novos modos de transporte nas cidades - e-scooters partilhadas no Porto e estação de carregamento* [Dissertação de mestrado, Universidade do Porto]. Repositório Aberto da Universidade do Porto. https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/134567 (consultado a 30 abril)

Câmara Municipal do Porto (2020). *Regulamentação da utilização de trotinetes elétricas no espaço público*. https://mobilidade.cm-porto.pt/modos-suaves/trotinetas (consultado 19 de fevereiro)

CITA - International Motor Vehicle Inspection Committee. (2024). *EU should set mandatory safety standards for e-scooters*. https://citainsp.org/2024/11/13/eu-should-set-mandatory-safety-standards-for-e-scooters/ (consultado a 19 de fevereiro)

CITA (2024). *Powered Two-Wheelers and Micromobility in Europe*. (consultado a 19 de fevereiro)

CITA (2026). *Assessing motorcycle crashes in the eu: data, technical failures and safety outcomes.* https://citainsp.org/wp-content/uploads/2026/02/20260203-CITA_Studies-about-two-wheelers_FINAL.pdf. (consultado a 19 de fevereiro)

Correio da Manhã. (2021). *Homem que circulava de trotinete atropelado e projetado para a linha do comboio em Lisboa*. https://www.cmjornal.pt/portugal/detalhe/homem-que-circulava-de-trotinete-atropelado-e-projetado-para-a-linha-do-comboio-em-lisboa (consultado a 27 de julho)

Correio da Manhã. (2026). *Rapariga de 15 anos morre vítima de despiste de trotineta em Setúbal*. https://www.cmjornal.pt/portugal/detalhe/rapariga-de-15-anos-morre-vitima-de-despiste-de-trotineta-em-setubal (consultado a 27 de julho)

Decreto-Lei n.º 24/2025, de 12 de março. Diário da República, 1.ª série. (consultado a 19 de fevereiro)

Decreto-Lei n.º 72/2013, de 3 de setembro. Diário da República, 1.ª série. (consultado a 19 de fevereiro)

Dhillon, N. K., Juillard, C., Barmparas, G., Lin, T.-L., Kim, D. Y., Turay, D., Seibold, A. R., Kaminski, S., Duncan, T. K., Diaz, G., Saad, S., Hanpeter, D., Benjamin, E. R., Tillou, A., Demetriades, D., Inaba, K., & Ley, E. J. (2020). *Electric scooter injury in Southern California trauma centers*. https://doi.org/10.1016/j.jamcollsurg.2020.02.047 (consultado a 5 de maio)

EU Urban Mobility Observatory. (2023). *ETSC and PACTS set out safety recommendations for e-scooters and their riders*. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/news-events/news/etsc-and-pacts-set-out-safety-recommendations-e-scooters-and-their-riders-2023-03-03_en (consultado a 19 de fevereiro)

European Commission (2024). *Study on the Need for Harmonised Rules to Support the Rise of Micro Mobility and Increased Road Safety for PMDs*. (consultado a 3 de março)

European Transport Safety Council (ETSC) (2024). *E-scooter safety: policy recommendations*.

European Transport Safety Council. (2023). *ETSC and PACTS set out safety recommendations for e-scooters and their riders*. https://mailchi.mp/etsc/e-scooters-report-2023 (consultado a 3 de março)

Federal Highway Administration (FHWA). (2019). *Chapter 1: Regulating Shared Micromobility: Guidelines for Regulating Shared Micromobility.* https://highways.dot.gov/safety/pedestrian-bicyclist/safety-tools/chapter-1-regulating-shared-micromobility-guidelines (consultado a 4 de março)

Fishman, E., & Cherry, C. (2016). *E-bikes in the mainstream: Reviewing a decade of research*. *Transport Reviews, 36*(1), 72-91. https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069905 (consultado a 5 maio)

González, A. (2020). *Hibridoselectricos.* https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/curiosidades/mercedes-eq-escooter-patinete-electrico-mercedes/20201005100618038712.html (consultado a 5 maio)

Gössling, S. (2020). *Integrating e-scooters in urban transportation: Problems, policies, and the prospect of system change*. https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102230 (consultado a 5 de maio)

Heath, Joseph. (2015). *Book Review: Social Acceleration: A New Theory of Modernity, by Hartmut Rosa, translated by Jonathan Trejo-Mathys. Political Theory, 44(1), 150-153*. https://doi.org/10.1177/0090591715619337 (consultado a 10 maio)

Hennocq, Q., Schouman, T., Khonsari, R. H., Sigaux, N., Descroix, V., Bertolus, C., & Foy, J.-P. (2020). *Evaluation of electric scooter head and neck injuries in Paris, 2017–2019*. https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2020.26698 (consultado a 5 de maio)

Holve, Vanessa. (2023). *Safe use of micromobility devices in urban areas*. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/system/files/2023-11/safe_use_micromobility_devices.pdf (consultado a 5 maio)

Kroesen, M. (2017). *To what extent do e-bikes substitute travel by other modes? Evidence from the Netherlands.* https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.04.036 (consultado a 5 de maio)

International Transport Forum (ITF). (2020). *Safe Micromobility. https://www.itf-oecd.org/safe-micromobility* (consultado a 5 abril)

International Transport Forum (ITF). (2024). *Safer Micromobility.* https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2024/03/safer-micromobility_f7dee627/0d2e0dd5-en.pdf (consultado a 5 abril)

Jia, R., & Gao, K. (2025). *Life-cycle analysis of shared e-scooter: Data-driven approaches in 100 EU cities*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 148, 105009. https://doi.org/10.1016/j.trd.2025.105009 (consultado a 1 maio)

Jiao, J., & Bai, S. (2020). *The spatial and temporal distribution characteristics of e-scooter trips and its implications for planning and operation*. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 91*, 102680. https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102680 (consultado a 1 maio)

Jornal de Notícias. (2024). *Jovem ferida após colisão entre trotinete e carro em São João da Madeira*. https://www.jn.pt/pais/artigo/jovem-ferida-apos-colisao-entre-trotinete-e-carro-em-sao-joao-da-madeira/18096003 (consultado a 27 de julho)

Mansky, J. (2019). *The motorized scooter boom that hit a century before dockless scooters.* Smithsonian Magazine. https://www.smithsonianmag.com/history/motorized-scooter-boom-hit-century-dockless-scooters-180971989/ (consultado a 5 maio)

Marques, P. (2025). Trotinetas elétricas: entre o crescimento das vendas e o vazio legal. https://prp.pt/trotinetas-eletricas-entre-o-crescimento-das-vendas/# (consultado a 15 maio)

McKenzie, G. (2019). Spatiotemporal comparative analysis of scooter-share and bike-share usage patterns in Washington, D.C. *Journal of Transport Geography, 81*, 102569. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.05.007 (consultado a 15 maio)

McKinsey & Company. (2025). *What is micromobility?*. https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-micromobility#/ (consultado a 17 maio)

Micromobility for Europe (2024). *Technical requirements for e-scooters*. https://micromobilityforeurope.eu/technical-requirements-for-e-scooters/ (consultado 5 maio)

Nature Index. (2026). *Multimodal Travel Behavior Analysis.* https://www.nature.com/nature-index/topics/l4/multimodal-travel-behavior-analysis (consultado a 15 maio)

OECD/ITF (2020). *Safe Micromobility*. https://www.oecd.org/en/publications/safe-micromobility_0b98fac1-en.html (consultado a 5 de abril)

OECD/ITF (2024). *Micromobility Safety and Regulation*. https://www.oecd.org/en/publications/safer-micromobility_0d2e0dd5-en.html (consultado a 5 de abril)

Oksanen, E., Turunen, A., & Thorén, H. (2020). *Assessment of craniomaxillofacial injuries after electric scooter accidents in Turku, Finland, in 2019*. https://doi.org/10.1016/j.joms.2020.05.038 (consultado a 5 de maio)

Puzio, T. J., Murphy, P. B., Gazzetta, J., Dineen, H. A., Savage, S. A., Streib, E. W., & Zarzaur, B. L. (2020). *The electric scooter: A surging new mode of transportation that comes with risk to riders*. https://doi.org/10.1080/15389588.2019.1709176 (consultado a 5 de maio)

Reck, D. J., Haitao, H., Guidon, S., & Axhausen, K. W. (2021). *Explaining shared micromobility usage, competition and mode choice by modelling empirical data from Zurich, Switzerland*. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 124, 102947. (consultado a 5 maio)

Shaheen, S., Cohen, A., & Martin, E. (2020). *Shared micromobility policy scan: Public use of shared micromobility in the United States*. UC Berkeley: Transportation Sustainability Research Center. https://escholarship.org/uc/item/5nj6r7rp (consultado a 11 maio)

Seebauer, S. (2015). *Why early adopters engage in interpersonal diffusion of technological innovations: An empirical study on electric bicycles and electric scooters*. https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.04.017 (consultado a 5 de maio)

SIC Notícias. (2026). *Jovem de 25 anos morre em acidente de trotinete no Porto*. https://sicnoticias.pt/pais/2026-04-18-video-jovem-de-25-anos-morre-em-acidente-de-trotinete-no-porto-0fdb3d52 (consultado a 27 de julho)

Stigson, H., Ahlström, C., & Juhlin, E. (2021). Electric scooters accidents: Analyses of two Swedish hospitals. *Traffic Injury Prevention, 22*(8), 599-604. https://doi.org/10.1080/15389588.2021.1987732 (consultado a 15 de maio)

Stigson, H., Klingegård, M., & Örnhagen, M. (2022). *Electric scooter safety: An integrative review of evidence from transport and medical research*. RISE Research Institutes of Sweden. https://www.ri.se/sites/default/files/2023-06/Electric%20scooter%20safety-%20An%20integrative%20review%20of%20evidence%20from%20transport%20and%20medical%20research.pdf (consultado a 15 maio)

Sun, Q., Feng, T., Kemperman, A., & Spahn, A. (2020). *Modal shift implications of e-bike use in the Netherlands: Moving towards sustainability?* Transport Research Part D: Transport and Environment, 78, 102202. https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.102202 (consultado a 5 de maio)

Toofany, M., Mohsenian,S., Shum, L., Chan, H., Brubacher, J. (2021). *Injury patterns and circumstances associated with electric scooter collisions: a scoping review*. https://injuryprevention.bmj.com/content/injuryprev/27/5/490.full.pdf (consultado a 1 maio)

TRL Limited. (2022). *In-depth investigation of e-scooter performance* (Report ACA104). https://www.trl.co.uk/uploads/trl/documents/ACA104---In-Depth-Investigation-of-E-Scooter-Performance_1.pdf (consultado a 5 maio)

WHO (World Health Organization). (2022a). *Protecting vulnerable road users*. https://www.who.int/china/activities/protecting-vulnerable-road-users (consultado a 17 de maio)

WHO (World Health Organization). (2022b). *Road traffic injuries*. https://www.who.int/health-topics/road-safety#tab=tab_1 (consultado a 17 de maio)

Zarif, R., Pankratz, D. & Kelman, B. (2019). *Making micromobility work for citizens, cities, and service providers.* https://www.deloitte.com/us/en/insights/topics/future-of-mobility/micro-mobility-is-the-future-of-urban-transportation.html (consultado a 15 de maio)

ANEXOS

A.1 CASOS REPORTADOS NA COMUNICAÇÃO SOCIAL SOBRE UTILIZAÇÃO E SINISTRALIDADE ASSOCIADA ÀS TROTINETES ELÉTRICAS

O presente anexo reúne exemplos de notícias publicadas em órgãos de comunicação social nacionais e entidades (Automóvel Club de Portugal - ACP) que evidenciam o crescente destaque da micromobilidade elétrica no debate público. A recolha não tem como objetivo constituir evidência científica, mas ilustrar a relevância social e política do fenómeno, complementando a análise desenvolvida ao longo da dissertação.


Portugal

Homem que circulava de trotinete atropelado e projetado para a linha do comboio em Lisboa

No local estão o INEM, os Sapadores de Lisboa e a PSP.

Sérgio A. Vitorino
Jornalista

15 de outubro de 2021 às 17:05 | Guardar

Acidentes com trotinetas não param de crescer

16 OUTUBRO 2025 | REVISTA ACP

Sinistralidade com trotinetas elétricas aumenta em Portugal, com Porto, Lisboa e Faro entre os distritos mais afetados.

Partilhar

Figura 14 Notícia 2 (Fonte: ACP, 2025)



PAÍS

Jovem de 25 anos morre em acidente de trotinete no Porto

Uma jovem de 25 anos morreu, esta madrugada no Porto, numa colisão entre duas trotinetes. O acidente está a ser investigado

Catarina Lázaro, Francisco Carvalho e Carlos Artur Carvalho

12:15, 18 abr.2026 | Definir como fonte de informação preferida | Guardar | Partilhar

Jovem ferida após colisão entre trotinete e carro em São João da Madeira

Leitura: 1 min 16 de junho, 2026 às 19:55 | Escolha o JN como fonte

Figura 16 Notícia 4 (Fonte: Jornal de Notícias, 2026)

Rapariga de 15 anos morre vítima de despiste de trotineta em Setúbal

Acidente ocorreu em Setúbal, mas menor, que seguia à pendura do veículo, morreu no Hospital Garcia de Orta, em Almada.

Miguel Curado
Jornalista

07 de julho de 2026 às 17:27 | Guardar



Figura 17 Notícia 5 (Fonte: Correio da Manhã, 2026)

A.2 FLUXOGRAMA PRISMA

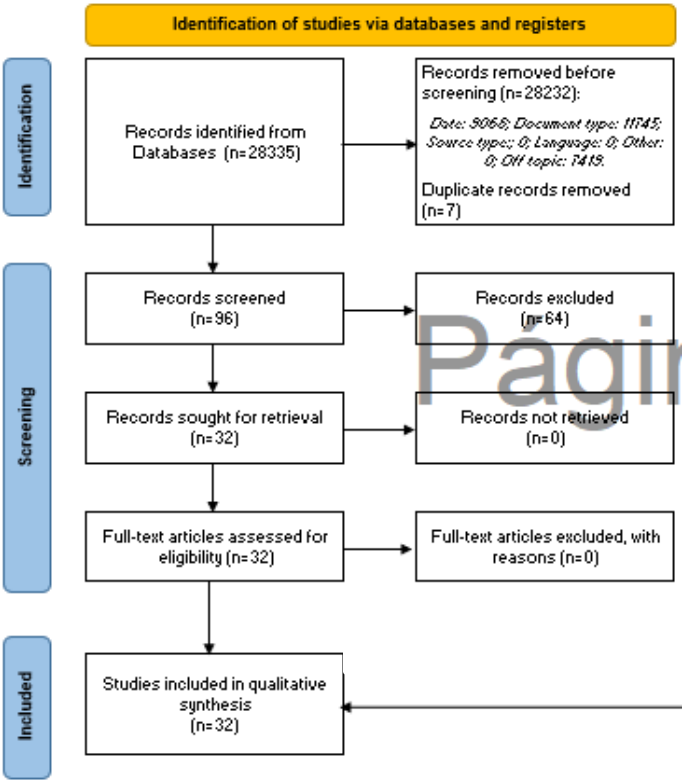


Figura 18 Fluxograma PRISMA 2020

A.3 METAINFORMAÇÃO DA ANSR

Fonte:	BEAV - Boletim Estatístico de Acidente de Viação
Unidade(s) de Medida(s):	acidentes com vítimas; vítimas a 30 dias
Escopo Temporal:	2010 a 2023
Escopo Geográfico/Administrativo:	NUT I :Continente (2010 a 2017); Continente + Regiões Autónomas (2018 a 2023)
Tipo de valor:	absoluto (#)
CONCEITOS:	
Acidente com vítimas:	ocorrência na via pública ou que nela tenha origem envolvendo pelo menos um veículo em movimento, do conhecimento das entidades fiscalizadoras (GNR e PSP) e da qual resulte pelo menos uma vítima.
Acidente com vítimas mortais 30 dias :	acidente do qual resulte pelo menos uma vítima mortal a 30 dias.
Vítima mortal 30 dias:	vítima cujo óbito ocorra no período de 30 dias após o acidente.
Ferido grave 30 dias:	vítima de acidente cujos danos corporais obriguem a um período de hospitalização superior a 24 horas e que não venha a falecer nos 30 dias após o acidente.
Ferido leve 30 dias:	vítima de acidente que não seja considerada ferido grave e que não venha a falecer nos 30 dias após o acidente.

Figura 19 Metainformação Estatística Sinistralidade (Fonte: BEAV, 2024)

A.4 TABELAS ESTATÍSTICAS COMPLETAS

Nos quadros que se seguem é apresentada a informação estatística que serviu de base à análise desenvolvida neste estudo. Os dados abrangem o período entre 2010 e 2023 e incluem diversos indicadores relacionados com a sinistralidade rodoviária, nomeadamente acidentes com vítimas, vítimas mortais, feridos graves e feridos leves a 30 dias.

Distrito	Acidentes com vítimas								Acidentes com vítimas mortais a 30 dias							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Aveiro	2 893	2 719	2 282	2 470	2 409	2 501	2 528	2 621	74	64	50	48	27	56	52	52
Beja	487	482	392	420	449	436	437	456	30	39	23	24	22	30	26	19
Braga	2 893	2 753	2 669	2 706	2 721	2 881	2 807	3 062	76	68	61	51	43	48	34	39
Bragança	419	388	353	358	335	338	350	366	16	16	11	8	18	3	10	12
Castelo Branco	592	561	522	498	482	517	512	553	25	20	19	14	18	16	22	18
Coimbra	1 842	1 632	1 452	1 441	1 447	1 507	1 489	1 626	48	47	35	25	43	28	27	34
Évora	540	484	453	434	417	416	441	411	22	27	14	20	15	11	14	18
Faro	1 914	1 681	1 710	1 664	1 769	1 901	1 859	2 030	55	53	47	24	37	37	37	34
Guarda	528	483	404	404	466	399	413	448	20	14	11	13	9	13	15	17
Leiria	2 264	1 919	1 775	1 644	1 745	1 768	1 753	1 871	61	61	50	38	39	39	43	35
Lisboa	7 449	6 999	6 602	6 847	6 948	7 222	7 507	7 999	117	97	79	85	88	65	65	61
Portalegre	326	315	259	302	293	299	310	305	19	17	10	19	9	12	14	12
Porto	5 879	5 464	4 905	5 075	5 327	5 487	5 665	5 983	96	101	91	78	75	59	57	68
Santarém	1 947	1 625	1 500	1 463	1 422	1 460	1 449	1 517	52	55	51	42	43	38	28	48
Setúbal	2 561	2 393	2 098	2 145	1 995	2 278	2 219	2 503	75	62	53	45	38	50	40	62
Viana do Castelo	819	740	708	719	715	740	752	781	24	24	16	15	24	11	13	14
Vila Real	664	587	523	543	544	604	548	567	16	22	18	13	24	12	8	16
Viseu	1 409	1 316	1 260	1 206	1 120	1 199	1 260	1 317	31	39	28	23	31	26	24	19
Total	**35 426**	**32 541**	**29 867**	**30 339**	**30 604**	**31 953**	**32 299**	**34 416**	**857**	**826**	**667**	**585**	**603**	**554**	**529**	**578**

Figura 20 Acidentes com vítimas e acidentes com pelo menos 1 vítima mortal a 30 dias – Continente 2010-2017 (Fonte: BEAV, 2024)

Distrito	Acidentes com vítimas						Acidentes com vítimas mortais a 30 dias					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Aveiro	2 679	2 815	2 126	2 387	2 646	2 868	41	39	28	38	37	40
Beja	453	468	372	393	455	486	24	26	16	18	20	24
Braga	3 139	3 180	2 463	2 767	2 995	3 291	38	42	26	42	40	50
Bragança	402	412	264	339	377	394	11	8	5	14	10	7
Castelo Branco	521	527	462	468	517	565	15	13	15	11	13	22
Coimbra	1 503	1 624	1 236	1 417	1 652	1 602	26	38	24	21	34	33
Évora	424	444	328	391	441	458	14	15	13	12	18	11
Faro	1 977	2 154	1 540	1 688	2 035	2 149	42	39	30	36	42	41
Guarda	407	433	342	357	420	440	21	18	13	9	11	13
Leiria	1 807	1 822	1 283	1 448	1 626	1 802	40	42	32	39	41	34
Lisboa	7 999	8 232	5 704	6 245	6 835	7 248	87	73	77	83	69	57
Portalegre	295	303	241	281	284	331	12	16	15	9	12	15
Porto	5 869	6 245	4 692	5 119	5 719	6 107	77	67	57	49	53	55
Santarém	1 455	1 612	1 185	1 319	1 459	1 592	49	38	43	31	31	42
Setúbal	2 592	2 605	2 049	2 259	2 526	2 775	65	31	39	40	51	54
Viana do Castelo	840	859	635	680	829	843	15	18	21	21	18	20
Vila Real	612	654	532	558	665	665	26	13	11	12	19	23
Viseu	1 261	1 315	1 047	1 101	1 307	1 358	25	37	22	18	33	25
sub total (Continente)	**34 235**	**35 704**	**26 501**	**29 217**	**32 788**	**34 974**	**628**	**573**	**487**	**503**	**552**	**566**
R. A. Açores	640	611	501	600	613	620	14	16	15	17	14	17
R. A. Madeira	941	936	723	874	875	1 001	10	12	9	12	13	10
Total	**35 816**	**37 251**	**27 725**	**30 691**	**34 276**	**36 595**	**652**	**601**	**511**	**532**	**579**	**593**

Figura 21 Acidentes com vítimas e acidentes com pelo menos 1 vítima mortal a 30 dias – Continente 2018-2023 (Fonte: BEAV, 2024)

Distrito	Vítimas mortais 30 dias								Feridos graves 30 dias								Feridos leves 30 dias							
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Aveiro	88	69	53	52	27	61	57	55	189	131	110	132	116	109	102	116	3 631	3 293	2 673	2 957	2 890	2 980	3 061	3 168
Beja	31	43	30	33	24	39	29	21	93	81	59	63	101	90	90	96	614	563	483	478	520	536	497	561
Braga	80	68	64	52	43	48	34	41	181	182	154	148	190	179	155	134	3 751	3 419	3 420	3 362	3 369	3 573	3 483	3 820
Bragança	17	18	11	8	19	3	10	12	71	78	51	53	56	46	53	39	531	468	415	437	378	420	398	443
Castelo Branco	27	23	20	24	21	17	23	19	112	118	98	91	82	86	78	77	663	604	595	583	546	600	601	675
Coimbra	51	50	37	29	48	32	29	34	87	104	80	56	59	86	82	99	2 356	2 042	1 742	1 828	1 781	1 838	1 810	1 957
Évora	22	31	15	24	17	11	15	18	84	75	53	67	39	69	66	61	675	566	548	558	499	495	516	477
Faro	59	56	50	25	37	42	38	36	173	164	157	143	126	162	157	188	2 270	1 958	1 966	1 894	2 014	2 285	2 171	2 406
Guarda	22	14	11	14	10	13	15	18	66	48	51	51	60	55	54	58	633	600	491	480	569	459	471	527
Leiria	66	72	55	41	40	41	46	36	184	121	142	151	138	166	160	160	2 703	2 296	2 179	1 902	2 105	2 065	2 016	2 207
Lisboa	123	104	85	89	93	66	69	61	327	354	288	333	313	344	307	308	9 072	8 318	7 811	8 094	8 172	8 581	8 962	9 550
Portalegre	23	18	11	21	10	13	18	13	57	45	42	50	66	71	68	75	369	384	306	320	320	335	346	339
Porto	108	107	96	80	80	60	59	72	230	226	180	182	200	173	157	168	7 408	6 876	5 999	6 332	6 641	6 849	7 026	7 333
Santarém	57	62	56	44	45	41	29	50	209	176	154	147	154	159	132	181	2 373	1 964	1 829	1 814	1 759	1 753	1 754	1 894
Setúbal	79	63	57	46	39	54	47	65	191	159	147	122	154	155	143	181	3 224	3 038	2 568	2 647	2 435	2 803	2 779	3 058
Viana do Castelo	33	26	16	15	28	12	13	16	40	41	41	45	36	49	37	47	1 020	925	906	888	887	945	989	1 013
Vila Real	20	25	19	14	24	12	8	16	74	53	51	41	56	54	51	45	820	743	665	699	675	785	675	679
Viseu	31	42	32	26	33	28	24	19	107	109	83	71	64	95	107	84	1 777	1 638	1 568	1 534	1 445	1 506	1 551	1 669
Total	**937**	**891**	**718**	**637**	**638**	**593**	**563**	**602**	**2 475**	**2 265**	**1 941**	**1 946**	**2 010**	**2 148**	**1 999**	**2 117**	**43 890**	**39 695**	**36 164**	**36 807**	**37 005**	**38 808**	**39 106**	**41 776**

Figura 22 Vítimas a 30 dias Continente 2010-2017 (Fonte: BEAV, 2024)

Distrito	Vítimas mortais 30 dias						Feridos graves 30 dias						Feridos leves 30 dias					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Aveiro	41	42	28	43	40	44	114	135	115	147	170	189	3 208	3 362	2 465	2 762	3 127	3 339
Beja	28	37	20	19	22	28	81	68	73	78	63	83	538	566	428	451	527	570
Braga	38	45	27	45	42	50	129	153	128	173	128	181	3 923	3 988	2 915	3 321	3 618	3 951
Bragança	12	8	5	15	11	7	43	48	37	45	51	47	462	488	293	363	433	472
Castelo Branco	15	14	17	11	14	24	63	66	80	63	42	72	615	628	491	524	611	660
Coimbra	32	40	24	21	34	36	83	79	77	76	93	83	1 822	1 952	1 447	1 654	1 931	1 856
Évora	19	17	13	13	19	12	55	71	43	54	53	76	529	545	393	443	500	532
Faro	44	44	33	36	45	43	196	214	153	165	167	184	2 275	2 449	1 676	1 827	2 289	2 401
Guarda	23	19	15	9	12	15	40	58	43	31	55	50	483	509	363	400	497	527
Leiria	48	45	34	41	43	38	144	123	84	125	112	151	2 158	2 132	1 482	1 671	1 908	2 117
Lisboa	88	76	79	86	75	60	260	337	236	287	282	298	9 494	9 820	6 529	7 219	7 936	8 460
Portalegre	12	17	16	9	13	19	59	52	49	50	59	41	373	365	281	294	314	389
Porto	79	79	59	51	54	61	181	205	157	154	221	216	7 208	7 738	5 557	6 164	6 726	7 261
Santarém	52	41	44	34	37	45	195	211	147	185	221	216	1 780	1 953	1 385	1 535	1 693	1 789
Setúbal	74	32	39	45	55	59	156	159	133	157	200	192	3 148	3 183	2 379	2 724	2 987	3 332
Viana do Castelo	15	18	23	23	18	22	45	53	52	69	64	70	1 051	1 038	743	799	1 007	1 002
Vila Real	28	14	11	12	22	24	58	46	42	47	56	60	732	863	650	683	808	777
Viseu	27	38	22	19	35	26	93	90	74	81	87	99	1 536	1 604	1 216	1 360	1 534	1 606
sub total (Continente	**675**	**626**	**509**	**532**	**591**	**613**	**1 995**	**2 168**	**1 723**	**1 987**	**2 124**	**2 308**	**41 335**	**43 183**	**30 693**	**34 194**	**38 446**	**41 041**
R. A. Açores	15	21	17	17	14	18	113	106	89	94	106	95	720	686	538	681	683	708
R. A. Madeira	10	41	10	12	13	11	87	109	65	80	72	97	1 071	1 065	827	978	985	1 124
Total	**700**	**688**	**536**	**561**	**618**	**642**	**2 195**	**2 383**	**1 877**	**2 161**	**2 302**	**2 500**	**43 126**	**44 934**	**32 058**	**35 853**	**40 114**	**42 873**

Figura 23 Vítimas a 30 dias Continente 2018-2023 (Fonte: BEAV, 2024)

Concelhos	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Amarante	266	211	170	257	228	264	260	254	267	292	211	198	206	254
Baião	74	53	59	45	59	60	67	56	52	77	50	68	65	65
Felgueiras	330	351	330	307	283	265	296	267	275	285	187	192	260	288
Gondomar	473	455	466	424	410	420	483	462	545	558	440	436	440	520
Lousada	209	183	183	138	184	196	201	207	182	205	162	171	209	206
Maia	480	447	384	451	433	473	397	454	441	503	360	394	384	507
Marco de Canaveses	234	194	137	195	187	208	191	236	229	252	185	197	229	245
Matosinhos	620	558	487	514	532	589	648	645	603	669	476	498	534	568
Paços de Ferreira	236	202	180	175	199	206	218	222	223	234	167	186	247	198
Paredes	353	374	284	340	351	334	364	380	387	389	262	313	339	407
Penafiel	331	350	288	277	280	381	370	426	393	381	274	337	367	356
Porto	1 172	1 102	963	1 117	1 141	1 143	1 144	1 227	1 187	1 267	848	1 030	1 203	1 217
Póvoa de Varzim	248	265	255	259	266	266	297	258	259	288	188	263	262	296
Santo Tirso	325	301	253	214	279	252	279	321	247	304	195	224	267	252
Trofa	216	156	132	153	200	212	175	187	182	203	137	132	184	188
Valongo	376	323	304	305	320	267	291	295	330	341	269	295	264	314
Vila do Conde	392	349	307	357	383	390	360	388	341	355	286	303	306	316
Vila Nova de Gaia	1 073	1 002	817	804	906	923	985	1 048	1 065	1 135	860	927	960	1 064
Total	**7 408**	**6 876**	**5 999**	**6 332**	**6 641**	**6 849**	**7 026**	**7 333**	**7 208**	**7 738**	**5 557**	**6 164**	**6 726**	**7 261**

Figura 24 Feridos Leves Concelho do Porto 2010-2013 (Fonte: BEAV, 2024)

Concelhos	Vítimas mortais 30 dias													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Amarante	7	9	3	4	5	4	6	6	4	1	4	1	4	3
Baião	0	1	3	1	3	3	0	0	0	1	0	0	0	1
Felgueiras	9	10	4	5	0	6	4	3	1	6	3	1	3	3
Gondomar	2	6	4	4	5	6	7	4	10	7	4	3	7	4
Lousada	9	3	1	2	5	0	2	2	4	2	5	0	1	3
Maia	9	3	9	1	4	2	4	8	3	5	2	5	3	4
Marco de Canaveses	1	2	7	3	1	3	0	4	6	4	2	2	2	2
Matosinhos	4	5	7	7	6	7	6	3	7	7	4	5	3	4
Paços de Ferreira	2	6	4	6	4	2	3	1	2	6	3	3	3	1
Paredes	11	5	4	4	8	3	3	6	2	5	1	1	3	2
Penafiel	7	7	6	6	8	3	4	3	2	4	1	3	3	3
Porto	4	19	11	10	9	8	7	9	7	8	9	10	3	10
Póvoa de Varzim	3	9	3	1	0	1	2	1	2	0	3	1	3	3
Santo Tirso	9	1	4	4	5	0	2	1	3	0	3	2	3	2
Trofa	1	4	3	1	2	2	1	5	4	5	3	0	1	3
Valongo	12	4	5	7	2	2	1	3	3	0	0	1	4	3
Vila do Conde	3	7	3	4	6	0	2	6	7	7	7	4	3	2
Vila Nova de Gaia	15	6	15	10	7	8	5	7	12	11	5	9	5	8
Total	**108**	**107**	**96**	**80**	**80**	**60**	**59**	**72**	**79**	**79**	**59**	**51**	**54**	**61**

Figura 25 Vítimas Mortais a 30 dias Concelho do Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024)

Concelhos	Feridos graves 30 dias													
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Amarante	11	20	6	11	5	10	5	7	3	10	6	6	9	11
Baião	1	0	1	0	1	0	4	1	1	6	0	4	7	5
Felgueiras	18	10	14	8	15	9	1	6	7	8	6	8	7	8
Gondomar	9	10	14	18	9	12	14	16	14	14	15	12	15	20
Lousada	2	6	7	5	5	5	3	3	5	8	7	7	9	6
Maia	10	14	9	7	6	12	11	10	13	10	6	6	12	7
Marco de Canaveses	8	5	7	8	8	4	2	11	2	11	5	6	12	6
Matosinhos	23	24	17	7	5	12	7	7	15	12	8	10	19	12
Paços de Ferreira	5	6	3	8	9	2	9	8	5	10	5	4	5	8
Paredes	12	13	11	6	11	7	14	8	8	10	8	6	12	19
Penafiel	16	14	5	12	6	11	9	7	13	16	9	17	15	14
Porto	13	21	11	5	20	14	15	18	9	11	16	12	14	22
Póvoa de Varzim	18	15	13	7	11	7	5	5	17	7	8	7	8	17
Santo Tirso	13	14	10	7	14	12	11	7	8	11	14	7	9	9
Trofa	4	3	1	6	8	8	3	8	8	8	5	7	7	8
Valongo	18	4	8	16	13	9	8	9	6	10	2	7	16	5
Vila do Conde	22	15	6	17	27	13	8	9	9	11	8	2	9	12
Vila Nova de Gaia	27	32	37	34	27	26	28	28	38	32	29	26	36	27
Total	**230**	**226**	**180**	**182**	**200**	**173**	**157**	**168**	**181**	**205**	**157**	**154**	**221**	**216**

Figura 26 Feridos Graves a 30 dias Concelho do Porto 2010-2023 (Fonte: BEAV, 2024)