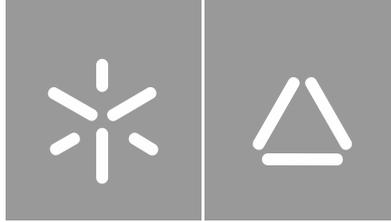




Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

Pedro Miguel Peixoto Coutada Pereira

Contributo dos SIG para a Geografia dos Transportes: caso de estudo do Município de Barcelos



Universidade do Minho
Instituto de Ciências Sociais

Pedro Miguel Peixoto Coutada Pereira

**Contributo dos SIG para a Geografia
dos Transportes: caso de estudo do
município de Barcelos**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Geografia
Especialização em Sistemas de Informação
Geográfica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Vítor Patrício Rodrigues Ribeiro

dezembro de 2021

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



**Atribuição
CC BY**

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

AGRADECIMENTOS

A elaboração da presente dissertação foi, sem dúvida, um dos projetos mais gratificantes que realizei. Foi sem dúvida o projeto mais desafiante em que trabalhei e que não estaria concluído sem o apoio, direto ou indireto, de algumas pessoas e entidades. Serve este espaço para agradecer a todos eles.

Ao meu orientador, o Professor Doutor Vítor Ribeiro, pela incansável disponibilidade, pelas correções e reflexões. Sem a sua orientação a realização desta dissertação não seria possível.

À Câmara Municipal de Barcelos e toda a equipa que muito bem me acolheu, integrou e acompanhou durante o estágio curricular que tive a oportunidade de realizar.

A todo o corpo docente e funcionários do Departamento de Geografia e Planeamento da Universidade do Minho que me acompanharam durante todo o meu percurso académico onde aprendi muito sobre as minhas áreas de interesse.

A todos os colegas de curso que encontrei ao longo desta jornada, com quem criei amizades que levo para o resto da vida.

Aos meus amigos.

Ao meu irmão Jorge e à minha mãe Maria, pelo exemplo, por tudo o que me proporcionaram e fizeram por mim até hoje e por me fazerem ser quem sou.

RESUMO

Contributo dos SIG para a Geografia dos Transportes: caso de estudo do município de Barcelos

Um dos maiores desafios que o ser humano enfrenta atualmente são os elevados níveis de poluição do planeta, que têm vindo a ser cada vez mais impactantes e notórios. Atualmente este problema é cada vez mais debatido e buscam-se soluções que possam ajudar a combater esta tendência. Esta tendência tem-se vindo a acentuar com o crescimento e desenvolvimento acelerado das áreas urbanas onde se tem verificado, em muitos casos, a má gestão de recursos. Um exemplo é o incentivo da utilização do veículo privado ao invés do transporte público, desde o planeamento urbano original das áreas urbanas até às poucas infraestruturas existentes que permitam esta transição.

Neste âmbito a presente dissertação serve o propósito de trabalhar em prol de um cenário mais sustentável. Pretende-se que aos poucos vão sendo feitas as transições necessárias para que possamos fazer frente a este problema. Não sendo o cenário ideal, neste projeto foca-se na utilização dos softwares SIG por parte das entidades responsáveis pelos transportes públicos das áreas urbanas, de forma que seja possível criar infraestruturas e que estas sejam capazes de responder às necessidades do quotidiano das populações das áreas urbanas.

No caso desta dissertação, a área de estudo é o Município de Barcelos, com foco na rede de autocarros existente na região, de forma a tentar potencializar o serviço prestado aos cidadãos por parte do Município. Assim, será apresentada uma plataforma SIG de apoio aos técnicos competentes e responsáveis por esta área na região em questão, visando assim dar passos maiores em direção à mobilidade mais sustentável do que a que se verifica atualmente.

Palavras-chave: Município de Barcelos; SIG; Sustentabilidade.

ABSTRACT

Contribution of GIS to Transport Geography: case study of the municipality of Barcelos

One of the biggest challenges that human beings currently face are the high levels of pollution on the planet, which have been increasingly impactful and notorious. Currently, this problem is increasingly debated, and solutions are sought that can help combat this trend. This trend has been accentuated with the accelerated growth and development of urban areas where, in many cases, there has been mismanagement of resources. An example is the encouragement of the use of the private vehicle instead of public transport, from the original urban planning of urban areas to the few existing infrastructures that allow this transition.

In this context, this dissertation serves the purpose of working towards a more sustainable scenario. It is intended that, little by little, the necessary transitions will be made so that we can face this problem. Not being the ideal scenario, this project focuses on the use of GIS software by entities responsible for public transport in urban areas, so that it is possible to create infrastructure and that these are able to respond to the daily needs of populations in urban areas.

In the case of this dissertation, the study area is the Municipality of Barcelos, with a focus on the existing bus network in the region, to try enhancing the service provided to citizens by the Municipality. Thus, a GIS platform will be presented to support the competent technicians responsible for this area in the region in question, with a view to taking greater steps towards more sustainable mobility than is currently the case.

Keywords: County of Barcelos; GIS; Sustainability.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE QUADROS	xi
ABREVIATURAS E SIGLAS	xii
INTRODUÇÃO	1
PARTE I	4
O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS EM PORTUGAL E O PAPEL DOS SIG-T	4
CAPÍTULO 1 – OS TRANSPORTES COLECTIVOS EM PORTUGAL.....	5
1.1. Os transportes de passageiros	5
1.2. Os transportes de passageiros enquanto elemento fundamental na mobilidade sustentável.....	14
1.3. O impacte da COVID-19 no transporte de passageiros	18
1.4. Considerações finais	24
CAPÍTULO 2 – OS SIG-T NO PLANEAMENTO EM TRANSPORTES.....	25
2.1. Sistemas de Informação Geográfica	25
2.2. Natureza dos Sistemas de Informação Geográfica	26
2.2.1. Em Portugal.....	26
2.3. Bases e modelos de dados	27
2.4. Os SIG-T	28
2.5. Considerações finais	29
PARTE II	30
APLICAÇÃO DE UM SIG-T NO MUNICÍPIO DE BARCELOS	30
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	31
3.1. Considerações finais	37
CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	38

CAPÍTULO 5 - SIG-T PARA A GESTÃO DOS TRANSPORTES NO MUNICÍPIO DE BARCELOS	41
5.1 – Uma plataforma SIG-T para o apoio à gestão da AT	41
5.2 – Uma abordagem em SIG-T para compreensão da rede de Transportes públicos coletivos em Barcelos.....	50
5.3. Considerações finais	57
NOTAS CONCLUSIVAS	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição modal do transporte de passageiros, em Portugal e na UE-28	7
Figura 2. Redução da intensidade média de gases com efeito de estufa de combustíveis para transporte rodoviário por Estado-Membro de 2010 a 2018.....	8
Figura 3. Stock global de veículos elétricos por região, de 2010 a 2020.....	9
Figura 4. Venda de veículos elétricos (bateria e plug-in) entre 2019 e 2021 em Portugal.....	9
Figura 5. Preço mensal do petróleo bruto, Euro por Barril	14
Figura 6. Custos dos transportes (% do total) nas despesas familiares, nos países da EU, em 2018	15
Figura 7. Número de passageiros por modo de transporte coletivo.....	18
Figura 8. Taxa de motorização em Portugal	19
Figura 9. Parque de veículos ligeiros de passageiros por escalões de idade, em Portugal, entre 2010 e 2020	20
Figura 10. Novos casos confirmados por covid-19 em Portugal entre 2020 e 2021	22
Figura 11. Organização das shapefiles em grupos e subgrupos.....	32
Figura 12. Esquema sintético da metodologia de filtragem da informação	33
Figura 13. Esquema sintético dos procedimentos de cálculo dos horários e criação e inserção dos ID's ..	35
Figura 14. População residente em Barcelos por grupo etário em 2021	38
Figura 15. População Residente no município de Barcelos em 2021	39
Figura 16. Divisão administrativa do município de Barcelos	40
Figura 17. Mapa do concelho de Barcelos	40
Figura 18. Mapa do concelho de Barcelos	40
Figura 19. Mapa do concelho de Barcelos	40
Figura 20. Layout da plataforma desenvolvida para a CMB	42
Figura 21. Seleção da carreira de interesse	43
Figura 22. Isolamento da carreira pretendida.....	43
Figura 23. Seleção de uma paragem no mapa.....	44
Figura 24. Informação visível na aba "Identify Results"	45
Figura 25. Informação visível na aba "Identify Results" (segundo grupo)	46
Figura 26. Tabela de atributos de uma carreira.....	47
Figura 27. Tabelas dos horários em formato Excel.....	48
Figura 28. Alteração de um horário através das tabelas .csv	48
Figura 29. Resultado da alteração do horário na plataforma.....	49
Figura 30. Concentração da população residente em Barcelos, em 2011	50

Figura 31. Distribuição da população residente em Barcelos, em 2011, e MDT.....	51
Figura 32. Número de paragens por freguesia no município de Barcelos.....	52
Figura 33. Distribuição da população idosa, em 2011, e das paragens no município de Barcelos.....	53
Figura 34. População residente em Barcelos por distância a uma paragem de autocarro	55

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Passageiros transportados por modo de transporte	10
Quadro 2. Dados anuais a reportar pelos operadores de serviço público de transporte de passageiros regular e flexível	13
Quadro 3. Diferentes abordagens em planeamento dos transportes	16
Quadro 4. Transporte nacional: Serviços e passageiros, por região de origem e tipo de serviço	21
Quadro 5. Consumo de combustíveis e energia na rodovia.....	21
Quadro 6. Atividades com os maiores aumentos de desemprego registados, variação face ao mês homólogo, em Portugal	23
Quadro 7. Conteúdo da tabela de atributos das paragens e dos troços.....	33
Quadro 8. Excerto de uma das tabelas elaboradas para fazer o cálculo dos horários	34
Quadro 9. Nomenclatura utilizada para os horários.....	36
Quadro 10. Distância-tempo da população de Barcelos a uma paragem de autocarros.....	56

ABREVIATURAS E SIGLAS

AT - Autoridade de Transportes

CMB - Câmara Municipal de Barcelos

DPUA - Divisão de Planeamento Urbanístico e Ambiente

GIS-T - *Geographic Information System – Transportation*

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres

INE – Instituto Nacional de Estatística

NUT – Nomenclatura das Unidades Territoriais

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SIG-T - Sistema de Informação Geográfica - Transportes

TC - Transportes Coletivos

TI - Transportes Individuais

TP - Transportes de Passageiros

INTRODUÇÃO

A presente dissertação baseia-se na ideia de que as temáticas da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável são fulcrais para o futuro quer do meio ambiente e dos seus ecossistemas, quer das espécies que neles habitam. A espécie humana, como principal causadora dos desequilíbrios ambientais que se verificam atualmente, passa então a ser também, responsável pela inversão desta tendência da destruição dos ecossistemas, que têm vindo a apresentar uma degradação cada vez mais rápida e problemática.

O termo desenvolvimento está diretamente relacionado com a espécie humana, o que nos faz considerar que as medidas direcionadas para o desenvolvimento sustentável devem ser aplicadas e implementadas sobretudo nas grandes aglomerações de pessoas: as cidades. Não restam dúvidas de que o exaustivo número de habitantes em algumas cidades leva não só à degradação ambiental, mas também à diminuição direta da qualidade de vida das populações que nelas residem.

Dentro destes aglomerados populacionais existe um setor muito importante para o bom funcionamento destas comunidades, mas que, por outro lado, acarreta prejuízos ambientais: o setor dos transportes. O crescimento das cidades, deu espaço a uma rápida evolução e crescimento deste setor, que, atualmente, é imprescindível para o quotidiano das cidades. É necessário que as populações usufruam da mobilidade de forma a terem fácil acesso aos serviços básicos e imprescindíveis ao seu bem-estar. Este acesso à mobilidade tem também como objetivo o aumento da competitividade das regiões, nomeadamente a nível económico-financeiro.

Numa época em que predomina uso do transporte privado e em simultâneo se fala do problema das alterações climáticas e do aumento da poluição causado pelo transporte privado, o transporte público coletivo de passageiros tem de se afirmar como uma alternativa eficaz ao uso exagerado do transporte individual, por forma a reduzir o consumo energético e a poluição (Oliveira, et.al., 2010).

No mundo atual, com os avanços tecnológicos verificados principalmente nas últimas décadas, já existem ferramentas que nos auxiliam nestas questões. Neste campo, surgem os SIG como substituto da cartografia clássica e a informação passa então a ser processada e analisada através de sistemas informáticos, agilizando assim todas as práticas relacionadas com esta temática. Atualmente, os SIG são uma ferramenta de geoprocessamento indispensável, não só pela velocidade de tratamento de dados, bem como os resultados mais rigorosos das análises. Os SIG não são uma ferramenta exclusiva da temática dos transportes e da mobilidade. Estas ferramentas podem, e devem, ser utilizadas no maior leque de áreas possíveis visto que a sua utilidade assenta sobretudo na recolha, processamento, análise e apresentação de dados. Desde os transportes à agricultura, abrangendo várias outras áreas, como por exemplo a cartografia

topográfica e gestão de risco, os SIG apresentam sempre alguma utilidade, seja qual for a área. Uma das áreas que mais beneficia diretamente destas ferramentas é a gestão e planeamento administrativo, a todos os níveis em que a encontramos.

Assim esta dissertação procura explorar a dimensão espacial dos transportes, em termos de mobilidade e Sistemas de Informação Geográfica. A sua pertinência resulta de dois fatores importantes. Por um lado, as recentes alterações que estamos a assistir em Portugal, fruto da criação das Autoridades de Transportes, da melhoria do tratamento da informação geográfica, por parte do regulador – IMT -, pelas políticas de promoção da utilização dos transportes públicos de passageiros, das políticas de mobilidade sustentável que atribuem ao planeamento dos transportes um papel determinante ao geógrafo. Por outro lado, esta dissertação resulta de um trabalho empírico desenvolvido *in situ* com um objetivo claro no contexto da geografia dos transportes e que me permitiram colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da minha formação no departamento de geografia.

Este conciliar de oportunidades foram fatores motivacionais fortes para desenvolver a investigação nesta temática. O desafio inicial de desenvolver um aplicativo em contexto prático no município, cujo resultado serviria para suprir uma lacuna que possuíam, aumentaram os receios iniciais. De igual modo a responsabilidade que me havia sido depositada ampliaram esses receios pois, à partida colocava em causa quer a imagem do departamento de Geografia, da Universidade do Minho, quer do Município. Apesar disso, assumia-se como uma oportunidade excelente para depositar os conhecimentos adquiridos durante a formação e compreender como na prática funcionam esses conhecimentos em contexto laboral. Estes foram os principais fatores para desenvolver uma investigação em contexto prático.

Neste contexto específico, inicialmente deu para perceber que a CM de Barcelos estava um pouco atrasada na vertente dos transportes e da mobilidade, principalmente no que respeita aos SIG e respetivas versatilidades. O número de técnicos com especialização na área dos sistemas de informação geográfica bastante reduzido, reflete-se numa necessidade de distribuição do trabalho destes mesmos técnicos pelas mais diversas áreas, negligenciando, em alguns casos, algumas áreas de trabalho, como é o caso dos transportes e da mobilidade, que beneficiam diretamente da aplicação dos conhecimentos e das ferramentas SIG para o seu progresso.

A presente dissertação está organizada em duas partes distintas, sendo uma delas mais teórica e outra mais empírica. Esta segunda etapa foi elaborada aquando do estágio que realizei na Divisão de Planeamento Urbanístico e Ambiente da Câmara Municipal de Barcelos. O desafio passou por organizar a informação

geográfica relacionada com a atividade da AT e desenvolver uma aplicação SIG, em formato *open source* QGIS.

Na primeira fase foi feita pesquisa bibliográfica para introduzir o tema em questão. A pesquisa bibliográfica assenta sobretudo em bibliografia estrangeira dado o baixo volume de textos em português. Nesta fase, é importante perceber qual o panorama dos SIG/SIG-T que vivemos atualmente e procurar perceber as principais vantagens da utilização destas ferramentas, mas também os problemas e desafios e, assim, procurar e abordar possíveis soluções.

A segunda etapa consiste no tratamento e organização dos dados fornecidos pela CMB. Este passo é um importante alicerce para a elaboração da plataforma final tendo em conta que uma boa gestão da base de dados inicial fará com que o percurso até ao objetivo final (a plataforma já referida) seja mais fluido. Procura-se também que nesta fase se previnam erros e problemas futuros. Depois desta preparação dos dados, restou apenas a apresentação dos mesmos. Essa apresentação foi elaborada em QGIS, de forma a dar acesso rápido aos dados, quer por parte da entidade reguladora deste setor, bem como dos utilizadores da rede de transportes em questão.

No decorrer desta investigação partimos da seguinte questão de partida: Qual é o contributo de um SIG-T na gestão cotidiana de uma Autoridade de Transporte?

Para responder a esta questão definimos os seguintes objetivos:

- Identificar a qualidade da informação geográfica;
- Criar um modelo conceptual para a estruturação de um SIG-T;
- Levantar a informação SIG relevante em falta;
- Criar uma plataforma de visualização simples e em tempo real.

Esta dissertação utilizou fontes primárias e secundárias. As fontes primárias corresponderam ao levantamento de informação para SIG, enquanto a secundária se baseou essencialmente na informação proveniente do SIGGESC, livros, artigos e documentos existentes no município de Barcelos.

Importa destacar os principais fundamentos que nortearam a escolha deste tema. Em primeiro lugar deve-se à formação prática em SIG que possuímos e que se revela pertinente a sua aplicação prática. Em segundo lugar, a recente alteração na organização dos transportes coletivos, com a criação das Autoridades de Transportes, revela-se extremamente pertinente aos SIG-T. Por fim, o facto de poder colocar os meus conhecimentos na organização de uma plataforma SIG-T para utilização quotidiana num município, aumentou a responsabilidade, mas ao mesmo tempo tornou-se num desafio que não quis desperdiçar.

PARTE I

O TRANSPORTE DE PASSAGEIROS EM PORTUGAL E O PAPEL DOS SIG-T

CAPÍTULO 1 – OS TRANSPORTES COLECTIVOS EM PORTUGAL

1.1. Os transportes de passageiros

Os sistemas de transporte públicos são um dos elementos fundamentais nos sistemas de transportes e o acesso às paragens é a principal porta de entrada nestes sistemas (Ribeiro et al., 2015; Azad et al., 2021). As infraestruturas de acesso, designadamente pedonal, às paragens são cruciais para potenciar os benefícios da utilização dos transportes públicos (Azad et al., 2021). Em termos de investigação e de planeamento temos assistido a uma alteração de paradigma, passando de uma análise baseada na mobilidade para uma mais centrada na acessibilidade (Litman, 2007; Ribeiro & Remoaldo, 2009; Remoaldo e Ribeiro, 2010). Estas abordagens são uma componente fundamental dos estudos em Geografia dos Transportes apesar da escassez de estudos, designadamente em Portugal. Mas são precisamente este tipo de abordagens presentes nas orientações para o desenvolvimento de políticas de mobilidade mais sustentável, que colocam o acento tónico no papel do geógrafo em matéria de planeamento dos transportes.

De facto, muitos dos problemas de mobilidade que hoje se manifestam nos principais centros urbanos resultam de um mau funcionamento dos próprios sistemas de transportes. Esta é uma consequência das novas realidades territoriais que têm potenciado o aumento da mobilidade da população. Esta tem vindo a agravar-se devido a fatores como:

- Especialização dos usos do solo
- Desenho urbano
- Dispersão urbana
- Complexidade dos fluxos da população

Consequentemente tem-se assistido a um conjunto de efeitos sistémicos que têm resultado em

- a) congestionamentos urbanos em consequência da dependência do transporte individual;
- b) repartição modal altamente favorável ao Transporte Individual;
- c) aumento da emissão dos gases com efeito de estufa e consequente contributo para as alterações climáticas;
- d) elevados consumos de combustíveis fósseis que têm contribuído para aumentar a dependência energética do país;
- e) degradação da qualidade de vida urbana;
- f) aumento dos efeitos da exclusão social.

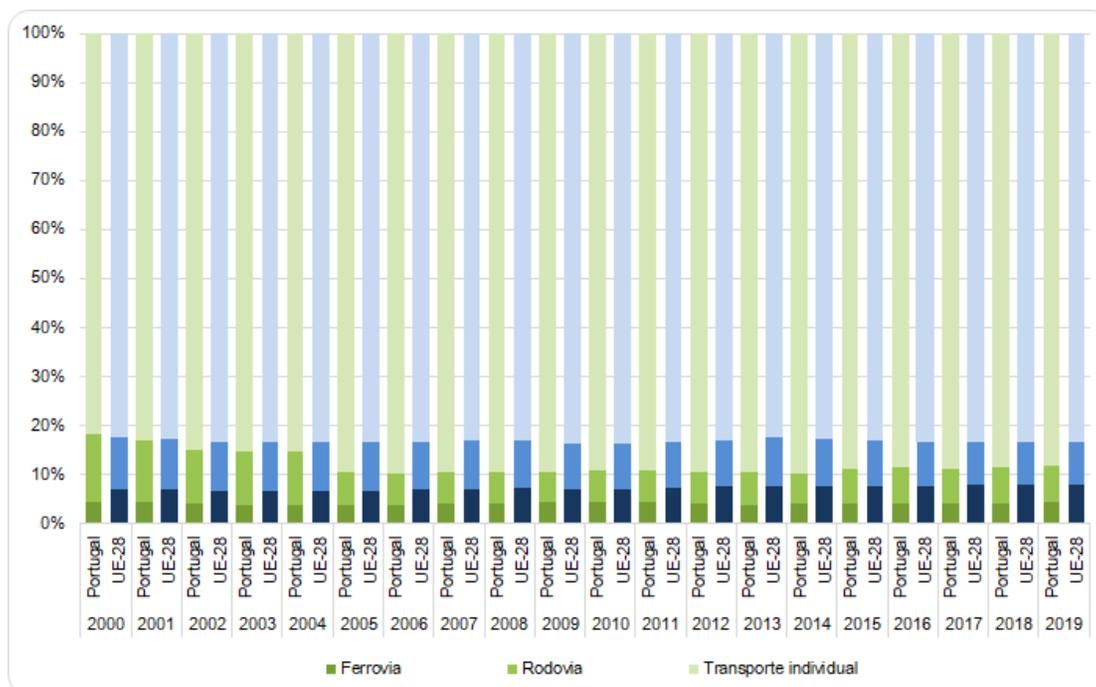
Em termos de planeamento quando enunciarmos políticas assentes no planeamento das acessibilidades estamos a colocar a tónica na facilitação do acesso das pessoas e mercadorias a bens e serviços essenciais. Uma das políticas de planeamento sustentável mais citada é a denominada de *Transit Oriented Development*

– *TOD*. Na senda dos objetivos de alcançar cidades e comunidades mais sustentáveis o setor dos transportes tem-se revelado crucial no alcançar dessas metas. Os trabalhos dedicados às políticas TOD emergiram essencialmente a partir da década de 90 do século passado e resultam de um modo multidisciplinar de executar o planeamento urbano sustentável.

Estas políticas visam incentivar a utilização dos modos suaves e dos transportes públicos em detrimento do transporte individual. O objetivo central é concentrar as pessoas e atividades num raio máximo de 10 minutos a pé de uma estação/paragem (Ollivier & Basat, 2020). Este modo de integrar planeamento do uso do solo com planeamento dos transportes tem-se revelado muito positivo na promoção do desenvolvimento sustentável. Os transportes públicos de passageiros assumem aqui um papel determinante enquanto meio de deslocação. Tradicionalmente a organização do espaço em matéria de transportes não facilitava a modernização e competitividade do setor o que veio a revelar-se fatal para o enfraquecimento da oferta e consequente diminuição da procura. Consciente desta realidade recentemente foram introduzidas alterações profundas na organização do setor, designadamente com a criação das Autoridades de Transportes e atribuição de novas competências.

Em Portugal, no que diz respeito à repartição modal do transporte de passageiros, é clara a prevalência dos veículos ligeiros de passageiros (transporte individual) e tem-se verificado um aumento neste sentido. Como podemos analisar na figura 1, o transporte individual já apresentava, em 2001, em Portugal, uma predominância quando comparado aos outros meios de transporte, sendo que representava 81,7% da repartição modal do país. Este valor, já elevado, tem vindo a crescer, tendo em 2019 atingido os 88,3%. Neste sentido verifica-se que há claramente uma preferência pelo TI, mas é importante ter em conta o papel da situação de saúde pública que vivemos, que leva as pessoas a optarem pelo veículo privado, quando possível, de forma a evitarem contatos e possíveis contágios. No contexto da União Europeia também se verifica a mesma tendência ainda que menos expressiva, tendo este valor, em 2019, atingido os 83,4%.

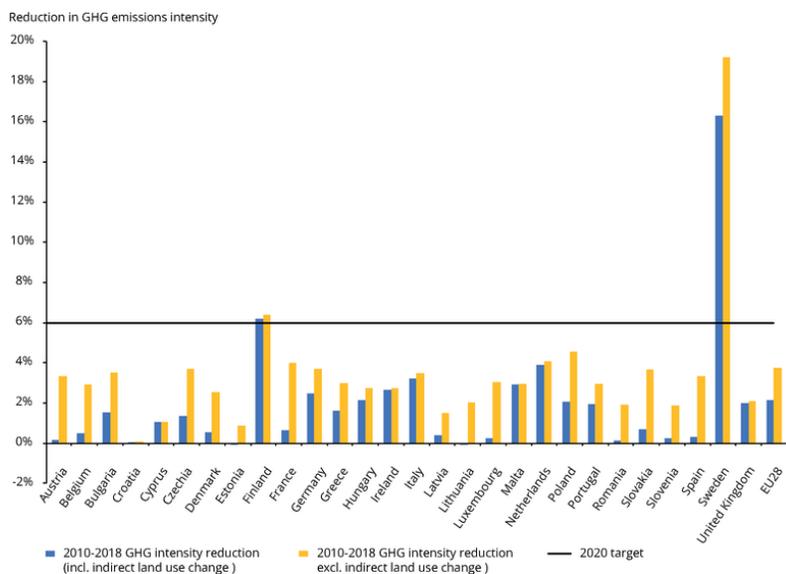
Figura 1. Distribuição modal do transporte de passageiros, em Portugal e na UE-28



Fonte: Portal do Estado do Ambiente (2021)

A hegemonia do transporte individual nas deslocações cotidianas das pessoas leva a um aumento das preocupações globais com a emissão dos gases com efeitos de estufa. Desde 2010 que o setor dos transportes tem vindo a ser responsável por 23% das emissões totais de CO₂ a partir dos combustíveis fósseis (Sims R. et al., 2014). Neste contexto, o transporte rodoviário de passageiros (carro individual, camiões, autocarros e outros veículos de 2 e três rodas) é responsável por cerca de 75% do total destas emissões. Desde 2019 que o aumento das emissões de GEE aumentou apenas 0,5% comparativamente ao início do século que rondava os 1,9%. O cenário pandémico COVID-19 em que vivemos contribuiu para uma redução do número de quilómetros percorridos e consequentemente uma redução das emissões. Sabemos que as alterações climáticas assumem um papel determinante em grande parte das políticas e estratégias a várias escalas. Por isso, em matéria de transportes existe também um papel determinante em conseguir, à escala local, contribuir para mitigar esses efeitos e mais facilmente atingir as metas a que o país se tem proposto. Esta situação está bem presente quando analisamos a figura 2, onde no contexto da União europeia apenas a Suécia e a Finlândia conseguiram ultrapassar a meta de redução acima dos 6% previsto atingir em 2020 (European Environment Agency, 2021)

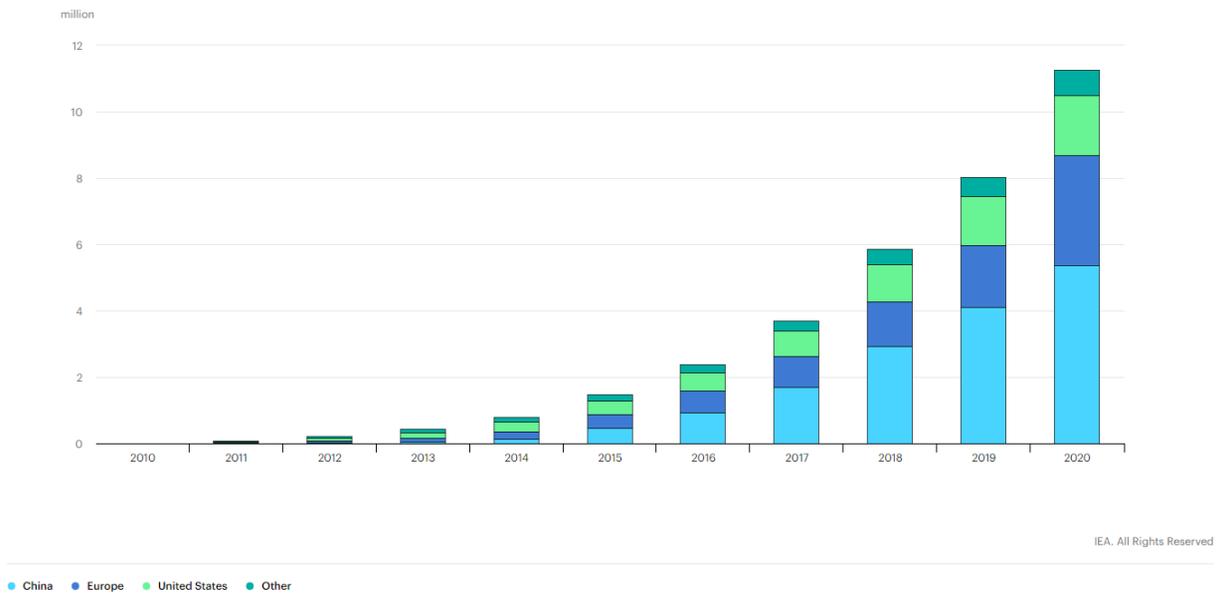
Figura 2. Redução da intensidade média de gases com efeito de estufa de combustíveis para transporte rodoviário por Estado-Membro de 2010 a 2018



Fonte: European Environment Agency (2021)

É importante reconhecer o papel que a introdução de medidas em direção à descarbonização tem vindo a ter um impacto global positivo, tendo-se atingido em 2020 cerca de 10 milhões de veículos elétricos a circular (figura 3). Esta tendência crescente pela procura de veículos menos poluentes tem vindo também a acontecer em Portugal (figura 4). Destaca-se também as políticas de incentivo que têm vindo a ser adotadas para aumentar a procura de veículos elétricos e plug-in em Portugal.

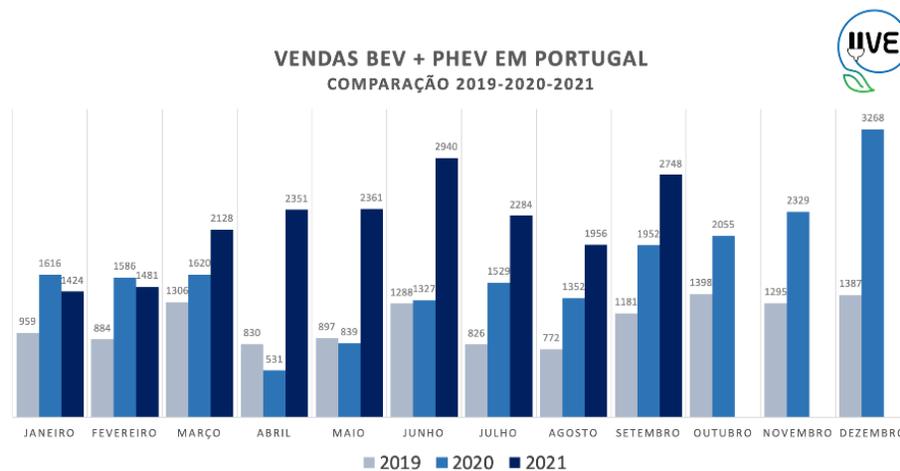
Figura 3. *Stock* global de veículos elétricos por região, de 2010 a 2020



Fonte: The International Energy Agency

De facto, 2021 é um ano que tem vindo a bater records todos os meses nas vendas de veículos mais limpos e sem emissões de qualquer tipo de gases. Entre 2020 e 2021 registou-se um aumento de cerca de 60% de veículos sem emissões representando uma quota de mercado anual de 17% (Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos).

Figura 4. Venda de veículos elétricos (bateria e *plug-in*) entre 2019 e 2021 em Portugal



BEV – Battery Electric Vehicles e PHEV – Plug-In Hybrid Electric Vehicles; Consideradas todas as categorias de veículos ligeiros e pesados.

Fonte: Associação de Utilizadores de Veículos Elétricos (2021)

É importante perceber os impactes da pandemia neste setor verificando-se pela análise do quadro 1 as quebras registadas nos vários modos de transporte. Entre 2017 e 2019 registou-se um aumento no número de passageiros transportados, destacando-se o ano de 2019 que obteve aumentos consideráveis. No entanto, com as normas e restrições aplicadas face à pandemia, houve uma quebra drástica em todos os meios de transporte, que chegaram a superar os 40% no volume de passageiros transportados. O modo de transporte mais afetado foi o transporte aéreo, em resultado do cancelamento de muitos voos devido ao agravar das medidas de confinamento e de circulação entre países. Logo de seguida, a maior queda registada verificou-se na ferrovia.

Quadro 1. Passageiros transportados por modo de transporte

Modo de transporte	2017	2018	2019	2020	Taxas de variação anuais		
					2018	2019	2020
Ferrovário							
Sistema ferroviário pesado	141 876	147 408	175 333	102 224	3,9%	18,9%	-41,7%
Sistemas de metropolitano	234 013	244 137	270 026	140 938	4,3%	10,6%	-47,8%
Rodoviário (a)	514 830	543 144	565 911	328 175	5,5%	4,2%	-42,0%
Marítimo (b) (c)	925	907	929	542	-1,9%	2,4%	-41,7%
Fluvial	20 717	21 415	22 858	13 085	3,4%	6,7%	-42,8%
Aéreo							
Aeroportos nacionais (b)	47 637	51 000	54 748	16 482	7,1%	7,3%	-69,9%
Empresas nacionais de transporte aéreo	16 061	17 620	19 075	5 477	9,7%	8,3%	-71,3%

(a) Apenas Continente e parque por conta de outrem; transporte efetuado por operadores nacionais.

(b) Nos transportes marítimos e aéreos, na componente de transporte nacional, e para efeitos de melhor comparabilidade entre modos, consideraram-se apenas os movimentos de embarque (excluindo desembarques e trânsitos).

(c) Não inclui navios de cruzeiro; não inclui o porto de Lisboa

Fontes: INE, Inquérito ao transporte marítimo de passageiros e mercadorias; INE, Inquérito ao transporte fluvial; INE, Inquérito ao Transporte Ferroviário; INE, Inquérito ao Transporte por Metropolitano; INE, Inquérito ao Transporte Rodoviário de Passageiros; INE, Estatísticas das empresas de transporte aéreo (ANAC); INE - Estatísticas dos aeroportos e aeródromos (ANAC/ANA)

Fonte: INE (2021)

É fundamental promover uma alteração modal do transporte individual para o coletivo de passageiros. Tal era defendido no Plano Estratégico de Transportes e Infraestruturas assim como “transporte coletivo, com qualidade, níveis de oferta e de serviço adequadas à satisfação das necessidades das populações” (Portal do Estado do Ambiente: Relatório do Estado do Ambiente).

A Lei nº 52/2015, de 9 de junho atribui as competências e funções ao poder local no que diz respeito ao serviço público de transporte de passageiros. O Regime Jurídico do Serviço Público de Transporte de Passageiros veio descentralizar uma série de competências anteriormente reunidas no Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres - IMTT, designadamente nas comunidades intermunicipais (CIM) ou nos municípios. A criação das Autoridades de Transportes (AT) municipais, intermunicipais ou outras passaram a ter uma série de competências que visam melhorar a qualidade de vidas das populações, aumentando a eficiência e a gestão sustentável do serviço de transporte de passageiros nos diferentes territórios. De acordo com a Autoridade Intermunicipal de Transportes do Cávado (AITC) destaca-se a delegação de competências nos municípios e nas Comunidades Intermunicipais, designadamente:

- a) organização, planeamento, desenvolvimento e articulação das redes e linhas do serviço público de transporte de passageiros, bem como dos equipamentos e infraestruturas a ele dedicados;
- b) exploração através de meios próprios e ou da atribuição a operadores de serviço público, por meio da celebração de contratos de serviço público ou mera autorização, do serviço público de transporte de passageiros;
- c) determinação de obrigações de serviço público;
- d) investimento nas redes, equipamentos e infraestruturas dedicados ao serviço público de transporte de passageiros, sem prejuízo do investimento a realizar pelos operadores de serviço público;
- e) financiamento do serviço público de transporte de passageiros, bem como das redes, equipamentos e infraestruturas a estes dedicados, e financiamento das obrigações de serviço público e das compensações pela disponibilização de tarifários sociais bonificados determinados pela autoridade de transportes;
- f) determinação e aprovação dos regimes tarifários a vigorar no âmbito do serviço público de transporte de passageiros;
- g) recebimento de contrapartidas pelo direito de exploração de serviço público de transporte de passageiros;
- h) fiscalização e monitorização da exploração do serviço público de transporte de passageiros;
- i) realização de inquéritos à mobilidade no âmbito da respetiva área geográfica;
- j) promoção da adoção de instrumentos de planeamento de transportes na respetiva área geográfica;
- k) divulgação do serviço público de transporte de passageiros.

No âmbito desta dissertação demos um contributo adicional para as alíneas **a** e **j**, porquanto a criação de um SIG orientado para a gestão dos transportes revelou-se deveras importante.

De facto, o planeamento e a mobilidade, têm vindo a ganhar uma enorme predominância no contexto da gestão territorial. Um dos conceitos mais abrangentes e utilizados em matéria de planeamento, políticas e estratégias é o da mobilidade sustentável que implica garantir que os cidadãos dispõem de condições de maior acessibilidade e melhor mobilidade.

Em Portugal a entidade responsável pelo setor dos transportes no que concerne à “regulamentação técnica, de licenciamento, coordenação, fiscalização e planeamento no setor dos transportes terrestres, fluviais e respetivas infraestruturas e na vertente económica do setor dos portos comerciais e transportes marítimos” é o Instituto da Mobilidade dos Transportes, I.P (IMT) (IMT, 2021). As suas atribuições encontram-se plasmadas no Decreto-Lei n.º 236/2012, de 31 de outubro, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 77/2014, de 14 de maio, com as alterações do Decreto-Lei n.º 83/2015, de 21 de maio.

Entretanto a Lei n.º 52/2015, de 9 de junho, aprovou o Regime Jurídico do Serviço Público do Transporte de Passageiros (RJSPTP) que alterou profundamente este setor em Portugal. Uma das inovações introduzidas incide sobre as operações concursais para escolher o operador de transportes, num determinado território, assegurando, deste modo, maior transparência e concorrência para o setor dos transportes de passageiros inexistente anteriormente. Os municípios são as autoridades de transportes competentes para os serviços de transportes municipais e as Comunidades Intermunicipais (CIM) a dos transportes intermunicipais. Apesar disso alguns municípios optaram por delegar as referidas competências nas CIM.

Desde há alguns anos que este setor tem apostado no desenvolvimento de informação georreferenciada, potenciado pelo Sistema de Informação Geográfica de Gestão de Carreiras (SIGGESC), principal instrumento de comunicação entre o IMT, as AT e os operadores de transporte público rodoviário de passageiros. Porém, em janeiro de 2021 entrou em funcionamento um novo portal designado por Sistema de Informação de Transporte Público de Passageiros (STePP)

Assim, as tecnologias de informação geográfica (SIG) têm vindo a ser valorizada através do contacto entre os operadores de transportes, as AT e o IMT. As regras para a estruturação da informação geográfica, nomeadamente em transportes, resulta das orientações elencadas pela Diretiva Europeia INSPIRE.

Segundo a deliberação do CD do IMT, de 6 de novembro de 2015 é evidenciado que:

Tendo em conta a existência de uma aplicação informática designada por Sistema de Informação Geográfica de Gestão de Carreiras (SIGGESC) que contém já informação sobre um vasto conjunto de serviços rodoviários de passageiros, que os operadores de transportes têm vindo a registar ao longo dos últimos anos, torna-se agora necessário que essa informação seja completa ou atualizada em função das reais condições de exploração na presente data (IMT, 2015) disponível em https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/RJSPTP/Documents/DeliberacaoCD_06_11_2015.pdf.

De acordo com o RJSPTP, designadamente no acervo das principais questões colocadas ao IMT, IP de 26 de fevereiro de 2016:

Decorre diretamente da lei (vide art.º 6.º do RJSPTP e ainda da legislação própria relativa à descentralização de competências nos municípios) que os municípios são as Autoridades de Transporte (AT) competentes quanto aos serviços públicos de transportes de passageiros municipais. Os municípios podem associar-se com vista à prossecução conjunta de competências em matéria de serviços municipais ou podem delegar as suas competências nas entidades intermunicipais - CIM ou AM – nas quais que se encontram inseridos

(RJSPTP, 2016) disponível em https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/RJSPTP/Documents/FAQSdoRJSPTP_26Fev2016.pdf.

De acordo com o IMT:

O transporte de passageiros flexível caracteriza-se pela sua adaptabilidade às necessidades dos utilizadores, permitindo a flexibilidade de, pelo menos, uma das dimensões da prestação do serviço, ou os itinerários, ou os horários, ou as paragens, ou a tipologia do veículo rodoviário utilizado. Aplica-se a situações em que exista uma baixa procura na utilização do transporte público regular ou quando esse transporte ou o transporte em táxi não responda às necessidades dos cidadãos, como em regiões de baixa densidade populacional, ou em períodos noturnos ou de fim de semana (IMT, 2021) disponível em <https://www.imt-ip.pt/sites/IMTT/Portugues/TransportesRodoviaros/Transporte-Passageiros-Flexivel/LicenciamentodeEmpresas/Paginas/AcessoaAtividade.aspx>.

No quadro 2, estão presentes os dados anuais a reportar pelos operadores de serviço público de transporte de passageiros regular e flexível, em modo rodoviário, segundo as orientações expressas na Deliberação do CD do IMT, de 2 de março de 2017.

Quadro 2. Dados anuais a reportar pelos operadores de serviço público de transporte de passageiros regular e flexível

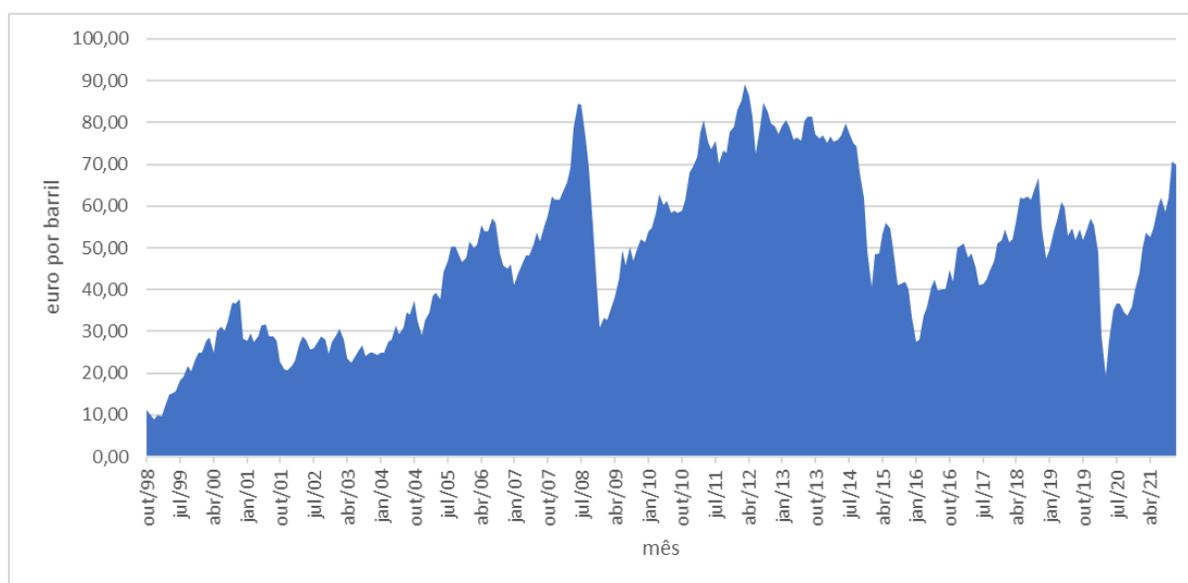
	Para cada linha	Para cada título de transporte
	Dados geográficos e alfanuméricos de caracterização de cada linha e paragem	Tarifários
Horários		Número de passageiros transportados
Tarifários		Número de passageiros por Km transportados
Número de veículos por Km produzidos		Receitas e vendas tarifárias anuais
Número de lugares por Km produzidos		—
Número de passageiros transportados		—
Número de passageiros por Km transportados		—
Número de lugares por Km oferecidos		—
Receitas e vendas tarifárias anuais		—
Custos diretos e indiretos da operação de acordo com as normas contabilísticas em vigor		—
Velocidade comercial média à hora de ponta e fora da hora de ponta;		—
Tipologia de veículo utilizado, incluindo a capacidade, o tipo de combustível e o consumo médio por Km		—

Fonte: Elaboração própria com base na legislação do IMT

1.2. Os transportes de passageiros enquanto elemento fundamental na mobilidade sustentável

No que respeita à mobilidade sustentável, é impossível descartar o papel dos transportes coletivos de passageiros (TC) como um importante elemento para o combate aos impactes ambientais provocados pelo setor dos transportes. Em Portugal ainda há um longo caminho a percorrer para que o cenário vigente seja sustentável, mas também eficaz em termos de procura e oferta. Tem vindo a ser advogado por vários investigadores o impacte que o consumo de combustíveis fósseis tem vindo a ter no orçamento familiar das famílias. De facto, entre outubro de 1998 e novembro de 2021 o preço do barril de petróleo aumentou cerca de 525%.

Figura 5. Preço mensal do petróleo bruto, Euro por Barril



Fonte: Elaboração própria com base em Banco Mundial

De acordo com os dados do Eurostat em 2018 as famílias dos países da União Europeia dedicaram em média 13,2% das suas despesas para os transportes (figura 6), tendo Portugal situado ligeiramente acima da média da UE. De facto, este é o segundo setor mais importante a absorver o rendimento das famílias logo seguido da habitação que representou no mesmo período 24%. Nota-se ainda assim fortes assimetrias no espaço europeu pois na Eslováquia as despesas com transportes (6,6) representaram 1/3 do que é gasto na Eslovénia (16,9%).

Figura 6. Custos dos transportes (% do total) nas despesas familiares, nos países da EU, em 2018



Fonte: Extraído de <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20200108-1>

No que respeita à mobilidade sustentável, é impossível descartar o papel dos TC como um importante elemento para o combate aos impactes ambientais provocados pelo setor dos transportes. Em Portugal ainda há um longo caminho a percorrer para que o cenário vigente seja sustentável, mas também eficaz em termos de procura e oferta.

Se atendermos à definição de mobilidade sustentável da *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) refere que “é a capacidade de dar resposta às necessidades da sociedade em deslocar-se livremente, aceder, comunicar, transacionar e estabelecer relações, sem sacrificar outros valores humanos e ecológicos, hoje ecológicos hoje e no futuro”.

Como vimos anteriormente o setor dos transportes tem um impacte tremendo em termos da poluição do ar, assim como na sinistralidade ou na exclusão social (Ribeiro & Remoaldo, 2009; Remoaldo & Ribeiro, 2010). Por este facto, a generalidade das agendas políticas tem-se centrado em aumentar a mobilidade e ao mesmo tempo contribuir para redução dos seus efeitos no clima. Neste contexto o setor empresarial pode dar um forte contributo para atingir este desafio. Evidência disso é o destaque que a mobilidade sustentável assume no âmbito do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável. O primeiro documento que resultou desta organização surgiu em 2001 com o projeto “Mobilidade 2001: uma visão global” onde “avaliou a situação mundial de mobilidade e identificou os desafios a uma mobilidade mais sustentável” (WBCSD, 2001) e em 2004 é lançado o segundo relatório intitulado por “Mobilidade 2030: Vencendo os desafios da sustentabilidade” (w.B.C.S.D., 2021).

Os transportes têm um impacto muito grande no ambiente, uma forte pressão no consumo de combustíveis fósseis, na sinistralidade, no ruído, na qualidade no ar e no orçamento familiar. Por isso um dos grandes desafios europeus e, em Portugal, passa pela descarbonização da sociedade. Tal só será possível se forem implementadas alternativas às deslocações realizadas em transporte individual, que passa necessariamente pela mobilidade suave/ativa e pelos transportes coletivos (Agência Portuguesa do Ambiente, 2017). Para promovermos uma mobilidade mais sustentável é necessário implementar ações que visem diminuir a necessidade de deslocação, promover a alteração modal e reduzir as distâncias (Banister, 2008). Em matéria de planeamento isto contraria as abordagens típicas da engenharia (Quadro 3).

Quadro 3. Diferentes abordagens em planeamento dos transportes

The conventional approach—transport planning and engineering	An alternative approach—sustainable mobility
Physical dimensions	Social dimensions
Mobility	Accessibility
Traffic focus, particularly on the car	People focus, either in (or on) a vehicle or on foot
Large in scale	Local in scale
Street as a road	Street as a space
Motorised transport	All modes of transport often in a hierarchy with pedestrian and cyclist at the top and car users at the bottom
Forecasting traffic	Visioning on cities
Modelling approaches	Scenario development and modelling
Economic evaluation	Multicriteria analysis to take account of environmental and social concerns
Travel as a derived demand	Travel as a valued activity as well as a derived demand
Demand based	Management based
Speeding up traffic	Slowing movement down
Travel time minimisation	Reasonable travel times and travel time reliability
Segregation of people and traffic	Integration of people and traffic

Fonte: Banister (2008)

A acessibilidade pode ser entendida como a facilidade em aceder a bens, serviços e destinos (Mavoa et al., 2012). No seio da Geografia a acessibilidade é um dos elementos mais fundamentais no contexto dos sistemas de transporte. Ela permite avaliar quais são os lugares que são mais fáceis de alcançar a partir de diferentes localizações. Deste modo é possível apreciar quais são os lugares mais propensos a promover fenómenos como a exclusão social. A acessibilidade incorpora dois conceitos fundamentais, tais como a localização e a distância (Rodrigue et al., 2013).

Considerando o papel que o transporte coletivo de passageiros exerce para alcançar uma mobilidade mais sustentável e, ao mesmo tempo, melhorar os índices de acessibilidade, em Portugal foram lançados dois programas: o Programa de Apoio à Densificação e Reforço da Oferta de Transporte Público (PROTransP) e o Programa de Apoio à Redução do Tarifário dos Transportes Públicos (PART).

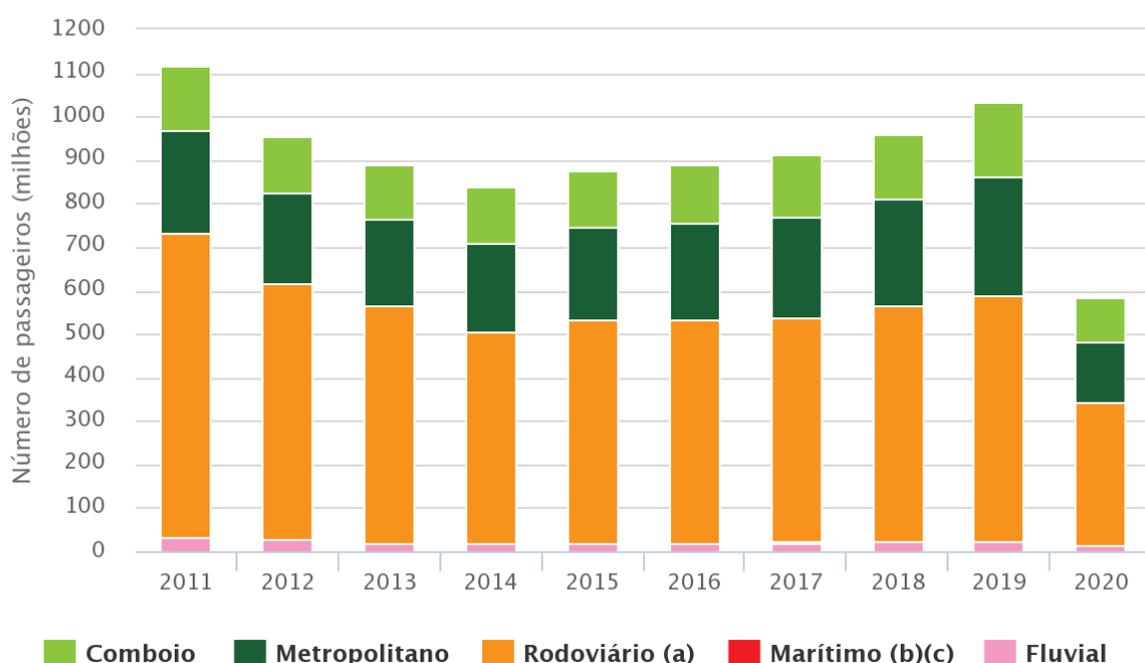
O Programa de Apoio à Densificação e Reforço da Oferta de Transporte Público (PROTransP) tem por objetivo promover o reforço dos atuais serviços de transporte público e a implementação de novos serviços de transporte público, regular e flexível, que resultem em ganhos em termos da acessibilidade dos territórios e das suas populações aos principais serviços e polos de emprego, e que promovam a transferência dos atuais utilizadores do transporte individual para o transporte coletivo de passageiros, contribuindo assim para a indução de padrões de mobilidade mais sustentáveis e descarbonização da mobilidade (IMT, 2020).

O Programa de Apoio à Redução do Tarifário dos Transportes Públicos (PART) tem por objetivo combater as externalidades negativas associadas à mobilidade, nomeadamente o congestionamento, a emissão de gases de efeito de estufa, a poluição atmosférica, o ruído, o consumo de energia e a exclusão social. Assim, este programa visa atrair passageiros para o transporte público, apoiando as Autoridades de Transporte com uma verba anual, que lhes permita operar um criterioso ajustamento tarifário e da oferta, no quadro das competências que lhes são atribuídas pela Lei n.º 52/2015, de 9 de junho (IMT, 2019).

1.3. O impacto da COVID-19 no transporte de passageiros

Dada a situação de saúde pública que o mundo atravessa desde finais de 2019, foram impostas novas regras que condicionam o quotidiano das populações nomeadamente a nível de restrições à mobilidade. A COVID-19 afetou, direta ou indiretamente, toda a gente, afetando diretamente todo o sistema socioeconómico vigente. Tendo sido aplicadas estas restrições à mobilidade das populações, inevitavelmente, o setor dos transportes foi bastante afetado pelas mesmas (Figura 7).

Figura 7. Número de passageiros por modo de transporte coletivo



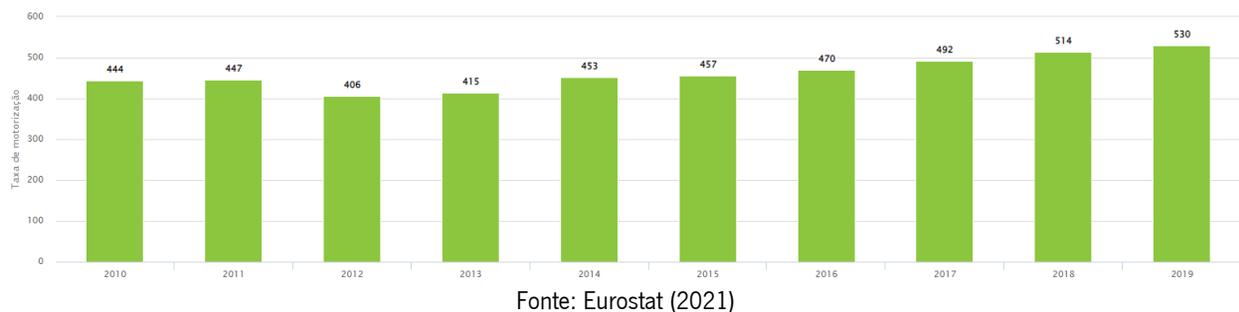
Fonte: Portal do Estado do Ambiente (2021)

Olhando para o gráfico, rapidamente é perceptível a quebra drástica na utilização dos TC como resultado direto das restrições impostas resultantes do combate à situação pandémica atual. Embora a rodovia tenha continuado em 2020 como o modo de transporte mais utilizado, verificou-se uma redução de 42% face a 2019, o que corresponde a um total de 328,1 milhões de passageiros. A ferrovia, é o segundo modo mais utilizado, tendo transportado um total de 243,2 milhões de passageiros. Neste grupo estão incluídos os comboios urbanos e suburbanos que transportaram 102,2 milhões de passageiros (menos 41,7% quando comparado a 2019) e as áreas metropolitanas, que transportaram 140,9 milhões de pessoas (menos 47,8% quando comparado a 2019). Embora seja o menos utilizado, o modo fluvial sofreu também uma queda de 42,8% quando comparado ao ano anterior, o que significa que em 2020 apenas transportou 13,1 milhões de passageiros.

Em 2020 circularam em Portugal cerca de 7 021 112 de veículos rodoviários motorizados presumivelmente em circulação.

A taxa de motorização (número de veículos ligeiros de passageiros por 1000 habitantes) em Portugal cifrou-se em 2019 nos 530 veículos ligeiros de passageiros por 1000 habitantes (figura 8). Tal revela um crescimento que vem acontecendo desde 2013 (<https://rea.apambiente.pt/content/parque-rodovi%C3%A1rio>).

Figura 8. Taxa de motorização em Portugal



A idade média de veículos rodoviários ligeiros de passageiros presumivelmente em circulação (veículos que compareceram a pelo menos uma das duas últimas inspeções obrigatórias) aumentou para 13,5 anos em 2020 (figura 9).

De facto, algumas cidades europeias têm vindo a implementar restrições à circulação com o objetivo de reduzir os níveis de poluição. Porém este tipo de restrições tem fortes impactes na vida das pessoas tendo vindo a ter implicações nas famílias mais desfavorecidas. Para facilitar a fiscalização, algumas cidades têm optado por proibir a circulação de automóveis com data de matrícula anterior a determinado ano, como é o caso de Lisboa, enquanto outras proíbem a circulação de automóveis a *diesel* ou no caso de outras que apenas permitem a circulação de veículos através da atribuição de dísticos.

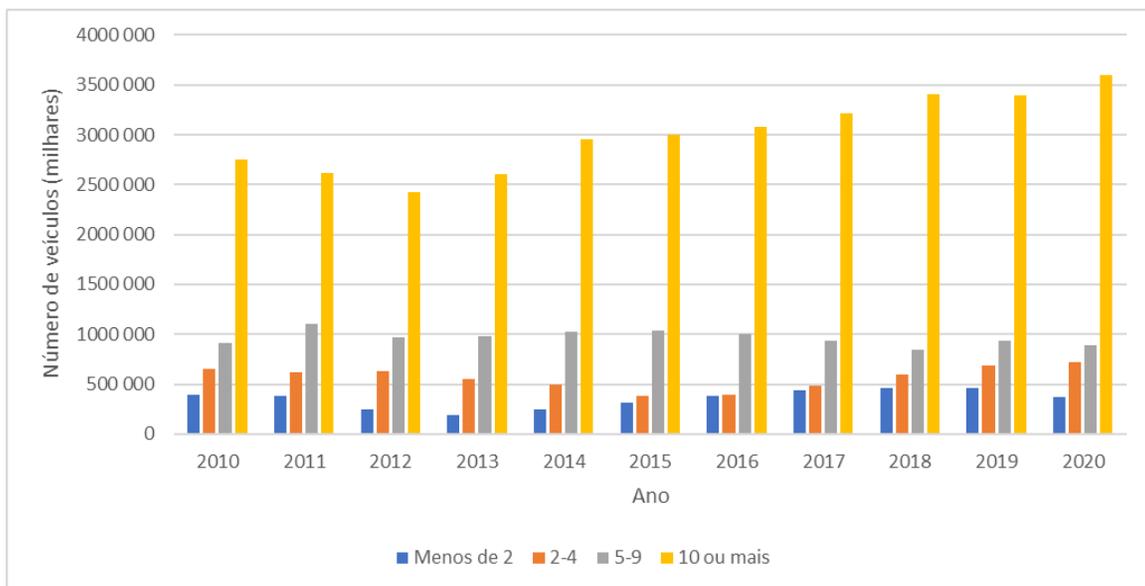
As restrições não são as mesmas para todas as cidades visto que nem todas têm a mesma intensidade de tráfego. Em Portugal, as restrições de circulação associadas aos níveis de poluição apenas foram implementadas na capital.

No contexto europeu verificam-se alguns exemplos da mesma abordagem em grandes cidades como Madrid, que proíbe a circulação de carros a diesel anteriores a 2006 e gasolina anteriores a 2000. Por sua vez, em cidades como Milão, são dadas gratificações a quem não utiliza veículo próprio e em Londres foram criadas taxas de congestionamento e taxas de emissões reduzidas consoante o tipo de veículos, semelhante ao que se verifica em Oslo, onde foram introduzidas taxas para os automóveis que entram na cidade, taxas essas associadas também ao tipo de automóvel. Paris também é um bom exemplo, tendo proibido o acesso de

veículos pesados à circular de Periphérique. Em 2024 a circulação de veículos diesel será proibida com o objetivo limitar a circulação no centro da cidade, permitindo apenas veículos elétricos a partir do ano de 2030, objetivo em comum com a cidade de Copenhaga, que pretende que a partir de 2025 eliminar a circulação automóvel.

Em Portugal a idade média dos veículos tem vindo a aumentar progressivamente, tendo, por isso, fortes impactes na poluição do ar (Figura 9).

Figura 9. Parque de veículos ligeiros de passageiros por escalões de idade, em Portugal, entre 2010 e 2020



Fonte: INE (2021)

Observa-se que a região que mais impacte tem em Portugal é a Área Metropolitana de Lisboa, dominando todo o tipo de serviços equivalendo a cerca de 200 milhões de passageiros transportados (Quadro 5). O Norte representa a segunda região mais importante tendo registado cerca de 97 milhões de passageiros transportados.

Quadro 4. Transporte nacional: Serviços e passageiros, por região de origem e tipo de serviço

Região de origem	Serviços	Passageiros transportados
	N.º	10 ³
2020	Serviço de transporte nacional	
Continente	15 211 152	327 993
Norte	5 084 258	97 097
Centro	1 578 725	27 935
Área Metropolitana de Lisboa	7 690 555	192 979
Alentejo	513 735	5 627
Algarve	343 879	4 354
	Serviço de transporte regular - carreiras	
Continente	14 663 159	315 263
Norte	4 928 472	93 501
Centro	1 446 128	24 818
Área Metropolitana de Lisboa	7 518 758	188 860
Alentejo	458 961	4 201
Algarve	310 840	3 883
	Serviço de transporte regular - especializado	
Continente	405 456	9 049
Norte	126 770	2 680
Centro	86 654	1 905
Área Metropolitana de Lisboa	117 176	2 836
Alentejo	50 798	1 321
Algarve	24 058	307
	Serviço de transporte ocasional	
Continente	142 537	3 681
Norte	29 016	915
Centro	45 943	1 213
Área Metropolitana de Lisboa	54 621	1 282
Alentejo	3 976	106
Algarve	8 981	164
2019	20 512 982	541 930
2018	18 793 370	513 643

Fonte: Inquérito ao Transporte Rodoviário de Passageiros (ITRP)

O gasóleo é um dos combustíveis mais poluentes (Quadro 6). Apesar disso, observa-se que em Portugal é um dos principais combustíveis utilizados. Também é de destacar o facto de os combustíveis elétricos estarem a ganhar cota de mercado o que revela uma tendência futura, que certamente passará por estas alternativas de combustíveis mais sustentáveis.

Quadro 5. Consumo de combustíveis e energia na rodovia

Tipo de combustível	2018 (a)	2019 (a)	2020 (a)
Total	5 549 488	5 709 759	4 840 683
GPL	39 860	40 840	30 792
Gasolinas	1 077 091	1 115 492	926 561
Gasóleo	4 379 749	4 500 427	3 834 595
Lubrificantes	32 738	33 321	31 341
Gás Natural	16 073	17 508	15 310
Electricidade	459	1 013	892
Biodiesel	3 977	1 158	1 158
Petróleo	22	0	34

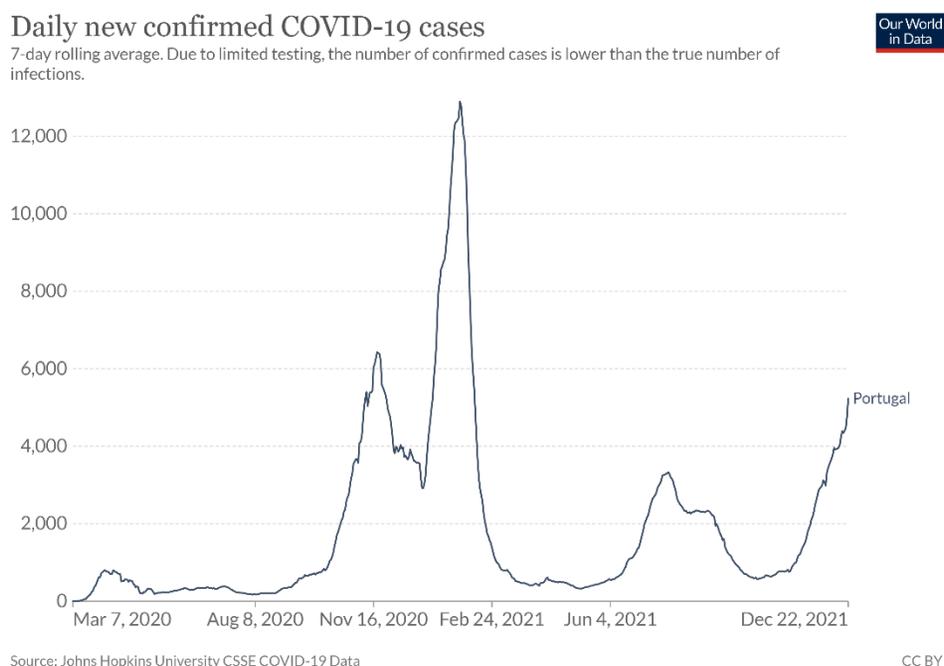
Fonte: Inquérito ao Transporte Rodoviário de Passageiros (ITRP)

O primeiro caso Covid 19 confirmado em Portugal foi a 2 de março de 2020. Esta pandemia tem tido um impacto global, tendo alterado os estilos de viagens da população, particularmente em Portugal. De facto, esta pandemia afetou diferentes setores da economia, tendo sido mais notório no dos transportes (Wilbur et al., 2020). Os transportes coletivos de passageiros dependem da deslocação dos indivíduos. As consequências da pandemia são do lado da procura devido aos efeitos do confinamento em casa, ao trabalho e estudo digital, redução de viagem para evitar a concentração de pessoas em pequenos espaços,

como é o caso dos autocarros (Qi et al., 2021). Do lado a oferta, destaca-se o facto de os operadores terem sido obrigados a manter o distanciamento entre passageiros que limitou a capacidade de transporte.

Contudo, a magnitude do impacte teve efeitos diferentes consoante os grupos etários da população e essencialmente consoante a condição económica. As pessoas mais desfavorecidas economicamente foram as mais afetadas tendo-se criado condições de desigualdade muito severas em alguns casos (Wilbur et al., 2020). Num estudo realizado em Nashville e Chattanooga, EUA, estes autores identificaram quebras na operação de transportes coletivos na ordem dos 65%, tendo tingido valores superiores a 75% noutras regiões (Qi et al., 2021).

Figura 10. Novos casos confirmados por covid-19 em Portugal entre 2020 e 2021



Fonte: Our World in Data/John Hopkins University

De acordo com a Organização Mundial de Saúde Portugal registou entre 3 de março de 2020 e 22 de dezembro de 2021 um total de 1233608 casos confirmados de Covid 19 com 18812 mortes associadas. Numa análise realizada pela Organização Mundial do Trabalho, para o ano de 2020, verificou-se que as atividades imobiliárias, administrativas e de serviços de apoio representam o aumento absoluto do desemprego mais elevado seguido dos serviços de alojamento e restauração (Mamede et al., 2020) (Quadro 7). No mesmo estudo refere-se que os setores de transportes quer nacionais quer internacionais foram severamente afetados.

Quadro 6. Atividades com os maiores aumentos de desemprego registados, variação face ao mês homólogo, em Portugal

Quadro 2: Atividades com os maiores aumentos de desemprego registado, variação face ao mês homólogo			
	Abril 19 - Abril 20		
	N.º	%	% do total
Alojamento, restauração e similares	14 969	60.6%	20.3%
Indústria do couro e dos produtos do couro	1 385	42.7%	1.9%
Atividades Imobiliárias, administrativas e dos serviços de apoio	29 405	41.2%	39.9%
Indústria metalúrgica de base e fab produtos metálicos	1 337	39.0%	1.8%
Transportes e armazenagem	1 673	37.4%	2.3%
Indústria do vestuário	2 699	33.6%	3.7%
Fabricação de veículos automóveis e outros equipamentos de transporte	572	30.5%	0.8%
Fabricação de outros produtos minerais não metálicos	484	24.8%	0.7%
Fab. equipamento informático, elétrico, máquinas e equipamentos n.e	478	20.0%	0.6%
Indústrias extrativas	316	19.2%	0.4%
Total	73 775	27.5%	100%

Fonte: Mamede et al. (2020)

1.4. Considerações finais

É evidente que a repartição modal não é equilibrada no contexto da mobilidade sustentável, dando prioridade à utilização do veículo privado. Não só em Portugal, mas também na Europa se verifica esta tendência, apesar de nuns países ser mais acentuada do que noutros. A ferrovia é o modo de transporte cujo volume de passageiros transportado é mais significativo depois do veículo privado, mas ainda assim representa uma fatia muito pequena do número total. A utilização da ferrovia é claramente superior nas Áreas Metropolitanas (AM), mas a oferta diminui drasticamente quando nos afastamos desses centros urbanos. O mesmo problema se verifica nos outros modos de TC, como os autocarros, o que resulta num incentivo à utilização do TI.

Neste sentido é importante que as entidades responsáveis já referidas exerçam alguma pressão sobre as formas de fomento da utilização dos TC pois só através do incentivo destas entidades, desde a sensibilização para o problema até à criação de uma maior e mais eficiente oferta relativamente à procura, será possível transformar os fluxos de viagem atuais em fluxos mais sustentáveis.

É também importante referir que o contexto pandémico que atravessamos modificou completamente a dinâmica dos transportes e a sua utilização como nunca tinha sido registado. Com todas as restrições impostas, desde a diminuição na oferta de itinerários à redução dos fluxos das viagens das pessoas como resultado do medo face à pandemia, o setor dos transportes sofreu quebras e alterações como nunca se tinham verificado anteriormente. Apesar disso, não contribuiu para o objetivo que se pretende no que respeita à mobilidade sustentável, visto que as pessoas optaram pelo transporte individual, quando possível. Nos casos em que o TI não é uma opção, as vidas das pessoas nestas situações foram condicionadas profundamente como resultado da já referida diminuição da oferta e disponibilidade nestes transportes.

CAPÍTULO 2 – OS SIG-T NO PLANEAMENTO EM TRANSPORTES

2.1. Sistemas de Informação Geográfica

A grande diferença entre um SIG e outros sistemas de informação não geográficos consiste na sua capacidade de manipular informação com base em atributos espaciais. Esta capacidade de relacionar camadas de dados através de atributos georreferenciados comuns, permite combinar, analisar e, finalmente, cartografar os resultados. A informação espacial utiliza a localização de acordo com um determinado sistema de coordenadas, como base de referência. A representação mais comum da informação espacial é um mapa onde a localização de qualquer ponto pode ser dada utilizando o sistema de coordenadas globais (latitude e longitude) ou um sistema de referência local (Tristany & Coelho, 2003)

É difícil chegar a um consenso sobre a verdadeira definição de SIG visto que todas elas se relacionam e complementam mutuamente. No entanto, Worboys (2004) definiu os sistemas de informação geográfica como um sistema de informação computadorizado que permite capturar, modelar, armazenar, partilhar, manipular, analisar e apresentar informação geograficamente referenciada.

Embora esta seja uma definição curta, descreve bem, e de uma forma geral, o que são os SIG e para o que servem. As pluralidades das definições existentes servem para demonstrar a versatilidade e aplicabilidade destas ferramentas nas mais diversas áreas.

2.2. Natureza dos Sistemas de Informação Geográfica

É difícil para muitos, e impossível, para alguns lembrarem-se de uma época em que não existiam mapas e em que imagens de determinadas áreas não podiam ser armazenadas, consultadas e apresentadas como *bits* e *bytes* eletrónicos. Grande parte dessa mudança na apresentação física e no armazenamento de dados ocorreu por meio da contribuição de Roger Tomlinson que foi o primeiro a introduzir o conceito de SIG. No início dos anos 1960, com cerca de trinta anos, trabalhava como intérprete fotográfico para a Spartan Air Services, no Canadá. A Spartan tinha um contrato para identificar o melhor local para uma plantação de árvores no Quênia. Após várias tentativas para encontrar uma solução economicamente viável que incluísse várias variáveis ambientais, culturais e económicas usando vários métodos de sobreposição manual, Tomlinson passou da sobreposição manual para o seu computador. A sua abordagem computadorizada no final reduziu a tarefa de um projeto de três anos e oito milhões de dólares canadianos para várias semanas e dois milhões de dólares canadianos (Rura et.al., 2014).

Este é um bom exemplo das vantagens dos SIG para o planeamento de projetos, onde se verifica uma diminuição quer do tempo quer dos recursos necessários para a elaboração do mesmo.

2.2.1. Em Portugal

Como foi referido anteriormente, a introdução e utilização dos SIG no nosso país é muito recente e não precisamos de recuar muito no tempo para encontrarmos exemplos de utilização de cartografia clássica para este tipo de tarefas. Em Portugal, no final dos anos 80, foi criado o Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG) e no início dos anos 90 assistiu-se ao estabelecimento da maioria das empresas do mundo dos SIG. É também a altura em que nos SIG é incorporada verdadeiramente a experiência de utilização acumulada por uma base empresarial e científica verdadeiramente significativa (Tristany & Coelho, 2003).

Em Portugal, segundo consta na alínea b) do artigo 16º da Declaração de Retificação n.º 16/2016 a autoridade de transportes ou o operador devem publicitar de forma clara, compreensível e facilmente acessível, em suporte de papel e no respetivo sítio da internet a área de atuação e vias onde opera e, consoante o aplicável, o itinerário, paragens, horários e quais os percursos parciais ou totalmente fixos ou flexíveis.

2.3. Bases e modelos de dados

Uma base de dados consiste no armazenamento de grandes quantidades de dados. Segundo Burrough (1998) estas bases de dados contam com vários benefícios e vantagens sendo algumas delas:

- podem ser utilizadas por vários utilizadores em simultâneo;
- oferecem várias técnicas para armazenar dados;
- permitem a imposição de questões/filtros nos dados já armazenados, sendo assim possível chegar com facilidade a dados que preenchem um determinado parâmetro;
- linguagem de manipulação de dados fácil de usar, o que permite facilmente a extração de dados e atualização dos mesmos;
- as bases de dados vão executar as *queries* da forma mais otimizada possível.

Os dados fornecidos pela Câmara Municipal de Barcelos durante o estágio realizado na Divisão de Planeamento Urbanístico e Ambiente (DPUA), para o projeto sobre o qual se debruça esta dissertação, foram fornecidos no formato *shapefile (.shp)*, utilizando o modelo vetorial. Este tipo de dados pode assumir o formato referido ou o formato *raster*. No formato vetorial, a representação é feita através de pontos, linhas e polígonos. Por sua vez, no formato *raster*, a representação é feita através de píxeis, à semelhança de um conjunto de mosaicos, em que cada pixel assume um valor único.

Focando no modelo trabalhado, o vetorial, a informação sobre pontos, linhas e polígonos é codificada e armazenada como uma coleção de coordenadas x,y . A localização de um dado do tipo ponto pode ser descrita por uma simples coordenada, x,y . Os dados do tipo linha podem ser armazenados como um conjunto sequencial de coordenadas. Os dados do tipo polígono, por sua vez, podem ser armazenados como um conjunto sequencial de coordenadas em que o primeiro e o último ponto são idênticos (Tristany & Coelho, 2003).

2.4. Os SIG-T

Entenda-se por GIS-T (*Geographic Information System for Transportation*, ou em português, Sistemas de Informação Geográfica para os Transportes) toda e qualquer ferramenta SIG cujas funções se aplicam a questões relacionadas com trânsito e mobilidade, visando assim resolver problemas do quotidiano. Entre as aplicações destas ferramentas, Shaw (2006) destaca planeamento e gestão de infraestruturas; análise de segurança; análise da demanda de viagens; monitoramento e controle de tráfego; planeamento e operações de trânsito público; avaliação de impactes económicos e ambientais; elaboração de rotas e programação de horários; rastreamento e despacho de veículos; gerenciamento de frotas; seleção do local e análise da área de serviço e gestão da cadeia de abastecimento.

Qualquer sistema de informação construído a pensar nas redes de transporte coletivo deverá ter uma forte preocupação com as questões não só da sistematização dos processos e consulta de informação, mas igualmente componentes que visem uma melhoria da capacidade de planeamento e análise da informação por parte dos operadores (Lopes & Pacheco, 2010).

2.5. Considerações finais

Atualmente, os transportes coletivos (TC) têm um importante papel no acesso ao centro das cidades, principalmente no caso das grandes cidades, mas apresentam-se menos competitivos do que o automóvel privado nas deslocações nas periferias, pela facilidade de circulação e estacionamento que estas áreas geralmente conhecem. O crescimento dos subúrbios, muitas vezes com densidades relativamente baixas, cria uma maior dificuldade na organização dos sistemas de TC, tornando-se mais apelativo para as deslocações em transporte individual (Silva, 2006).

Os investimentos nos transportes rodoviários ao longo dos anos contribuíram muito para moldar o crescimento urbano e as formas de povoamento. A sua importância para o desenvolvimento económico das cidades e das regiões, combinada com os problemas ambientais, congestionamento e segurança, têm vindo a ser priorizadas nas agendas dos governos por todo o mundo no que respeita ao planeamento e gestão de sistemas de transporte. Os efeitos ambientais adversos do transporte rodoviário incluem poluição do ar, poluição dos sistemas de drenagem natural, ruído e grandes consumos de energia. É provável que as condições ambientais piorem na maioria das áreas urbanas num futuro imediato com o aumento do número de veículos motorizados e na distância média percorrida por cada um deles. (Brown & Affum, 2002).

As cidades estão de tal forma dependentes dos veículos motorizados que acabam por ser desenhadas em função da utilização dos meios de transporte. Segundo dados da PORDATA, em 2018 na União Europeia, o número médio de veículos ligeiros de passageiros por mil habitantes era, nos cinco primeiros países desta tabela, superior a 600. Em Portugal, esse valor era um pouco mais baixo, apresentando 513,7 veículos. Isto demonstra que a mais de metade da população em Portugal, possui um veículo ligeiro próprio, o que multiplicado à escala nacional e global se apresenta como um grave problema.

O atual sistema de transporte público coletivo de passageiros em Portugal é claramente desadequado para operar em áreas de baixa densidade populacional, pois não consegue dar uma resposta eficaz a uma fração significativa dos potenciais utilizadores. Neste contexto, começam a despontar na sociedade motivações fortes para desenvolver e implementar um sistema alternativo, com a flexibilidade adequada (em rotas e horários), para que possa ser eficaz e eficiente, mas também financeiramente sustentável (Oliveira et.al., 2010).

PARTE II

APLICAÇÃO DE UM SIG-T NO MUNICÍPIO DE BARCELOS

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Esta dissertação procura elencar os contributos dos SIG no planeamento de transportes. Para o efeito, utilizamos um caso de estudo: o município de Barcelos. Esta decisão resulta da oportunidade de estágio no Gabinete de Trânsito e Mobilidade. Com efeito, numa primeira fase realizou-se uma reunião com os responsáveis da divisão de planeamento com a finalidade de percebermos como estavam em termos de SIG para os transportes. Desde logo fomos informados da premente necessidade de possuir uma base de dados geográfica com a organização da rede de transportes públicos existentes no município. Também percebemos a necessidade de disponibilizar a informação de forma simples e eficaz que permita uma consulta à base de dados para dar resposta às necessidades do quotidiano, particularmente no âmbito da Autoridade de Transportes. É importante destacar que atualmente, atuam no concelho de Barcelos 4 operadoras distintas, sendo elas: Arriva, Rodoviária D'Entre Douro e Minho, Auto Viação do Minho e Minho Bus. Na supracitada reunião ficou decidido que, dado o tempo de realização do estágio o foco desta plataforma seria a Arriva, como resultado do término da atividade da respetiva operadora até ao final do ano de 2021.

Para a concretização desta plataforma de apoio à gestão em transporte foram seguidas

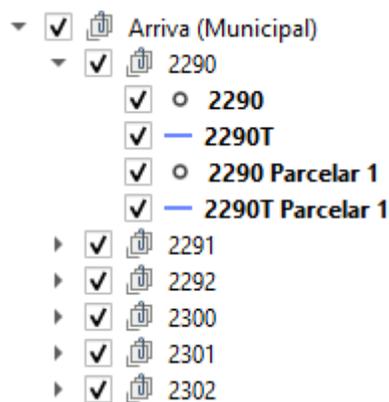
quatro etapas fundamentais:

1. Análise e validação da informação existente;
2. Organização de uma base de dados SIG-T;
3. Introdução dos horários;
4. Criação de um visualizador.

Numa primeira fase, procedeu-se à análise das bases de dados fornecidas pelas respetivas operadoras de transportes que atuam no município de Barcelos. Desta forma, foi possível detetar erros e dados em falta na plataforma SIG existente, em conciliação com a informação disponível no SIGGESC. A informação existente em formato *shapefile* era demasiada e, para cada operadora, existiam apenas duas *shapefiles* que aglomeravam toda a informação relativa aos troços e paragens dessa operadora. Desta forma, facilmente se concluiu que, principalmente para utilizadores de SIG menos experientes, como acontecia no caso dos técnicos responsáveis pela consulta e planeamento dos transportes do município, a consulta desta informação não era intuitiva nem permitia a rapidez necessária para dar resposta às necessidades dos técnicos em questão em tempo real.

Assim, a segunda fase passou pela filtração de toda esta informação, em articulação com a Eng.^a responsável pela gestão de recursos na área bem como apoio ao utilizador, de modo a excluir toda a informação irrelevante para a sua função. Para além desta simplificação da informação da base de dados, também foram criadas *shapefiles* para cada linha mãe e respetivas parcelares e variantes, separando os troços das paragens de forma a que o produto final permitisse a visualização e análise individual de cada uma destas ramificações das carreiras, quer em termos de paragens quer das respetivas linhas/troços.

Figura 11. Organização das *shapefiles* em grupos e subgrupos



Fonte: Elaboração própria

Como vemos na figura 11, deste modo conseguiu-se com que em cada grupo criado seja possível identificar as *shapefiles* agrupadas por carreira, onde é possível analisar e manipular individualmente as linhas e troços de cada carreira. Esta figura é um excerto do que foi feito para as carreiras municipais da operadora Arriva, que contém um total de 46 subgrupos. O mesmo exercício foi feito para as linhas intermunicipais da mesma operadora que contam com 8 subgrupos. Cada subgrupo de cada um destes grupos contém, como vemos no exemplo da figura 1, informação individualizada sobre a linha mãe e respetivas parcelares e variantes. No caso, os pontos correspondem às paragens e as linhas aos troços. A figura 2 representa de um modo sintético, de um ponto de vista mais técnico, os passos seguidos para atingir este resultado a partir das bases de dados fornecidas originalmente.

Figura 12. Esquema sintético da metodologia de filtragem da informação



Fonte: Elaboração própria

- (a) Seleção da informação necessária para a plataforma/visualizador final;
- (b) Remoção de toda a informação filtrada anteriormente com recurso a QGIS;
- (c) Bases de dados contendo apenas a informação pretendida;
- (d) Individualização dos dados em *shapefiles* dedicadas à informação de cada carreira através da utilização da ferramenta “*extract selected features*”.

Na fase (d) o resultado foram as *shapefiles* individualizadas como mostra a figura 1. No quadro VIII está explícita toda a informação presente na tabela de atributos final das paragens e dos troços de cada carreira.

Quadro 7. Conteúdo da tabela de atributos das paragens e dos troços

Paragens	Troços
Carreira	Carreira
Parcelar	Parcelar
Variante	Variante
Sentido	Sentido
Ordem da paragem	Ordem do troço
ID da paragem	Designação
Designação	Origem
Localização	Destino
Sinalização	-
Abrigo	-

Fonte: Elaboração própria

Concluída a etapa anterior, foi necessário lidar com a inserção dos horários para que estes fossem consultados facilmente na plataforma sem necessidade de recurso a outras fontes e/ou documentos. A inserção dos horários foi feita através de ficheiros Excel elaborados com base na informação disponível no SIGGESC.

A informação disponibilizada apenas correspondia aos horários de partida de cada linha e a distância média de percurso entre cada paragem. Posto isto, foi necessário efetuar o cálculo da hora de passagem de cada carreira em cada paragem do seu percurso, cálculo esse feito através de uma fórmula simples que somava ao horário de partida, o tempo médio de percurso (em minutos) até à paragem seguinte, e assim sucessivamente. O tempo médio de percurso não estava convertido em minutos, pelo que foi necessário fazer essa conversão manualmente para cada paragem. Estas novas tabelas serviriam de base para a inserção dos horários no QGIS e também de apoio aos técnicos do gabinete para consulta, caso se verificasse necessário. Na tabela 4 é apresentada uma parte de uma das tabelas realizadas para efetuar o cálculo dos horários. Algumas destas tabelas chegam a ter mais de 100 paragens dado que cada uma contém o sentido de ida e o sentido de volta, se assim se justificar.

Quadro 8. Excerto de uma das tabelas elaboradas para fazer o cálculo dos horários

1	Origem & Destino	Ida			Tempo Médio de Percurso (Entre Paragens)
	Paragens	2ª a 6ª (Tempo de Aulas)	Só à 4ª (Tempo de Aulas)	Excepto à 4ª (Fora Tempo Aulas)	
3	Escola EB 2.3 de Viatodos	16:45	17:50	18:30	0:00
4	Viatodos (Barbosa)	16:46	17:51	18:31	0:01
5	Viatodos (Farmácia)	16:47	17:52	18:32	0:01
6	Viatodos (Bombeiros)	16:48	17:53	18:33	0:01
7	Rua da Torrente	16:49	17:54	18:34	0:01
8	Minhotães (IG)	16:50	17:55	18:35	0:01
9	Rua Nossa Sra das Neves	16:51	17:56	18:36	0:01
10	Cavaliões (Rua de Hortiães)	16:52	17:57	18:37	0:01
11	Rua Oliveira Barros - 1	16:52	17:57	18:37	0:00
12	Rua Oliveira Barros (CZ)	16:53	17:58	18:38	0:01
13	Rua da Veiga	16:54	17:59	18:39	0:01

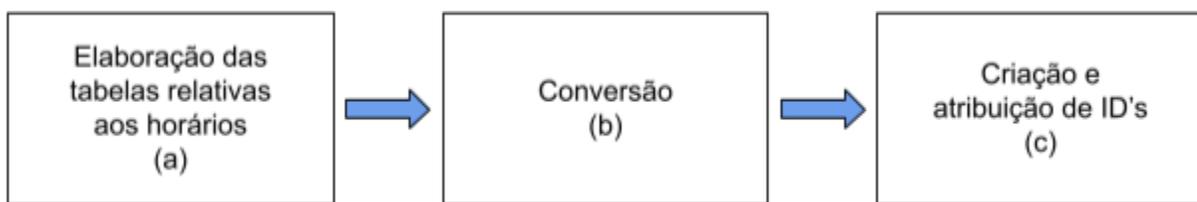
Fonte: Elaboração própria

Para as linhas municipais da Arriva foram elaboradas 75 tabelas semelhantes a esta em que constam todas as carreiras e respetivas linhas parcelares e variantes. No caso das intermunicipais, foi elaborado um total de 7 tabelas.

Para a fase seguinte desta etapa da inserção dos horários no QGIS, foi necessária a criação de ID's únicos para cada paragem visto que foram verificadas incongruências entre os nomes das paragens nas shapefiles que me foram fornecidas e os nomes das paragens que constavam nos ficheiros Excel disponibilizados no SIGGESC. Tendo em conta que as tabelas anteriores serviram principalmente para organização de trabalho (quer para mim, quer para quem ficasse encarregue da manutenção da plataforma no final do estágio) e que o seu formato era incompatível com o QGIS, foi necessária a criação de novas tabelas com a mesma informação, mas que fossem compatíveis com o software. Assim, copiou-se toda a informação para novas tabelas num formato compatível, tendo atribuído os ID's nestas tabelas ao mesmo tempo que atribuía os

ID's no software. Desta forma, embora tenha empregado bastante tempo na realização de todas as tabelas, consegui garantir que, embora os nomes não fossem iguais em ambas as plataformas (QGIS e SIGGESC), a inserção dos horários fosse rigorosa e sem erros. Este processo mostrou-se também útil no que respeita ao registo de algumas incongruências e erros quer nas *shapefiles*, quer na plataforma SIGGESC, que foram sendo apontados e, no final, reportados ao município. Nesta etapa foram criados cerca de 6039 ID's referentes às carreiras municipais e intermunicipais da Arriva. Foram criados ainda alguns ID's para além dos que estão contabilizados, mas acabaram por não ser utilizados no projeto final. O esquema presente na figura 2 representa sumariamente os passos seguidos até esta fase.

Figura 13. Esquema sintético dos procedimentos de cálculo dos horários e criação e inserção dos ID's



Fonte: Elaboração própria

- (a) Através dos horários de partida foram feitos os cálculos para todas as paragens em tabelas Excel;
- (b) Dada a incompatibilidade das tabelas elaboradas, foram elaboradas novas tabelas num formato compatível;
- (c) Criação de ID's únicos para aumentar o rigor da inserção dos horários no QGIS.

Tendo todo o trabalho sido realizado no mesmo software utilizado pelos técnicos da Câmara Municipal de Barcelos (QGIS), *software* esse que apresenta algumas diferenças relativamente ao ArcGIS, deparei-me com alguns problemas no que respeita à nomenclatura dos atributos nas tabelas de atributos a nível da inserção dos horários. Um desses problemas foi o facto de o software não permitir que sejam inseridos mais de 10 caracteres aquando da atribuição da nomenclatura de um determinado atributo. Assim, em articulação com a Eng.^a responsável, com quem trabalhei e me acompanhou durante a elaboração deste projeto, estabelecemos uma nomenclatura código para que fosse possível a introdução dos horários com abreviaturas, mas que continuasse perceptível e intuitiva. Na tabela 5 está disponível a nomenclatura adotada.

Quadro 9. Nomenclatura utilizada para os horários

Legenda	
2A6_TA	2ª a 6ª (Tempo de Aulas)
2A6_FTA	2ª a 6ª (Fora Tempo de Aulas)
2A6_FTA_EA	2ª a 6ª (Fora Tempo de Aulas - Exceto Agosto)
S4_TA	Só à 4ª (Tempo de Aulas)
E4_FTA	Excepto à 4ª (Fora Tempo Aulas)
S5_TA	Só à 5ª (Tempo de Aulas)
Sábados	-
Dias Úteis	-
Dias Úteis_PE	Dias Úteis (Período Escolar)
Dias Úteis_PNE	Dias Úteis (Período Não Escolar)

Fonte: Elaboração própria

No que respeita ao CRS (*Coordinate Reference System*) utilizado para fazer o enquadramento dos troços e das paragens, visto as *shapefiles* fornecidas originalmente não assumirem qualquer tipo de sistema de coordenadas, foi utilizado o EPSG:3763 - ETRS89 / Portugal TM06. Esta escolha foi feita em articulação com o técnico de SIG do departamento em que realizei o estágio, pois era o sistema de coordenadas padrão que utilizavam. Para isso foi feita a projeção de todas as *shapefiles* para esse sistema de coordenadas e utilizado o mapa base do *Google Satellite*, que resultou no enquadramento pretendido.

Depois de finalizado o visualizador, foram realizados alguns melhoramentos em termos cartográficos, designadamente visuais e estéticos.

3.1. Considerações finais

No contexto metodológico de um projeto deste tipo, principalmente tendo em conta as datas limite para realização e apresentação dos resultados, torna-se fundamental a simplificação de alguns processos. Nesta etapa o foco sempre foi, como já referido acima, iniciar, trabalhar e concluir o projeto de forma a obter resultados que possam auxiliar no contexto prático. O projeto poderia ter sido mais complexo através, por exemplo, da criação de uma base de uma base de dados de raiz ao invés da manipulação de bases de dados já existentes. No entanto com a complexidade do projeto aumenta também a necessidade de mais tempo de trabalho, aspeto que estava fora de controlo. A metodologia aplicada neste caso, embora densa e demorada, sobretudo no que respeita às questões relacionadas com os horários e a respetiva inserção na base de dados, a meu ver é sempre favorável para qualquer AT visto facilitar muito do trabalho posterior, como questões associadas ao planeamento e gestão dos recursos no setor dos transportes e da mobilidade. No entanto, após a conclusão do projeto é possível efetuar a atualização das bases de dados e eventualmente integrá-la numa *web app*. As possibilidades são imensas, apenas sendo necessário orientar o trabalho da plataforma para um determinado objetivo.

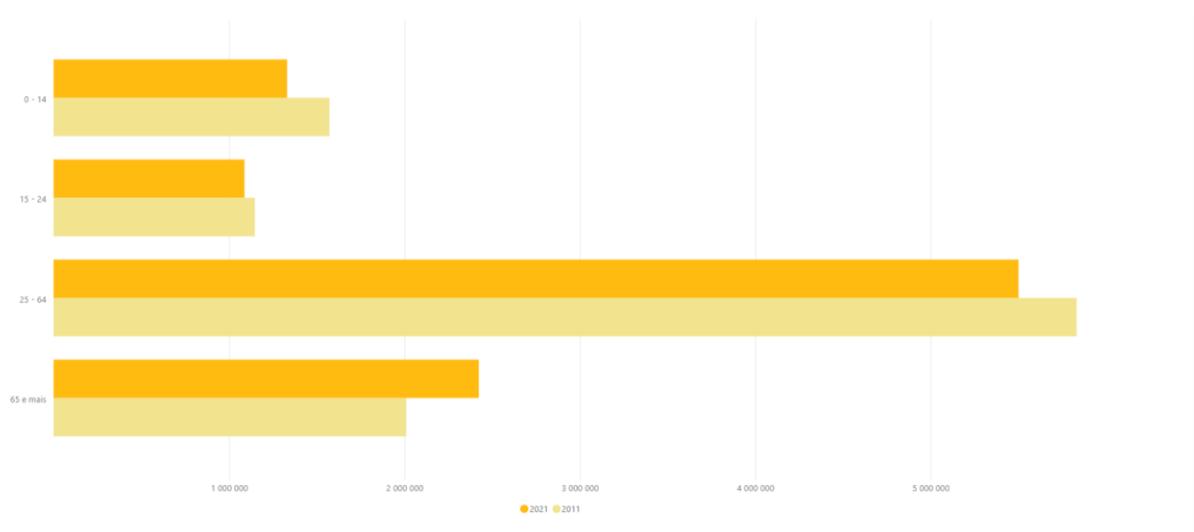
Nesta altura será fundamental classificar este estudo como um estudo misto. Não só a análise dos dados quantitativos é importante para percebermos algumas tendências estatísticas, a componente qualitativa de análise subjetiva desses mesmos dados torna-se fulcral para uma boa perceção e gestão das questões humanas associadas a este tema.

CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O concelho de Barcelos e insere-se na região Norte (NUTS II) e na sub-região Cávado (NUTS III), juntamente com os concelhos de Amares, Braga, Esposende, Terras de Bouro e Vila Verde. Tem como concelhos vizinhos com os quais faz fronteira: Esposende, a Oeste; Póvoa do Varzim, a Sudoeste; Viana do Castelo e Ponte de Lima, a Norte; Vila Verde a Nordeste; Braga a Este e Vila Nova de Famalicão a Sudeste.

O concelho tem uma área de 379 Km² e conta com 61 freguesias (após a nova divisão administrativa). Barcelos é um dos 23 municípios em Portugal com mais de 100 000 habitantes contando com 120 391 habitantes há data dos últimos dados dos censos disponíveis (2011). Os dados provisórios do Censo realizado em 2021 apontam para uma diminuição de cerca de 3% de indivíduos comparativamente com a década anterior, atingindo os 116 766 indivíduos (Figura 14)

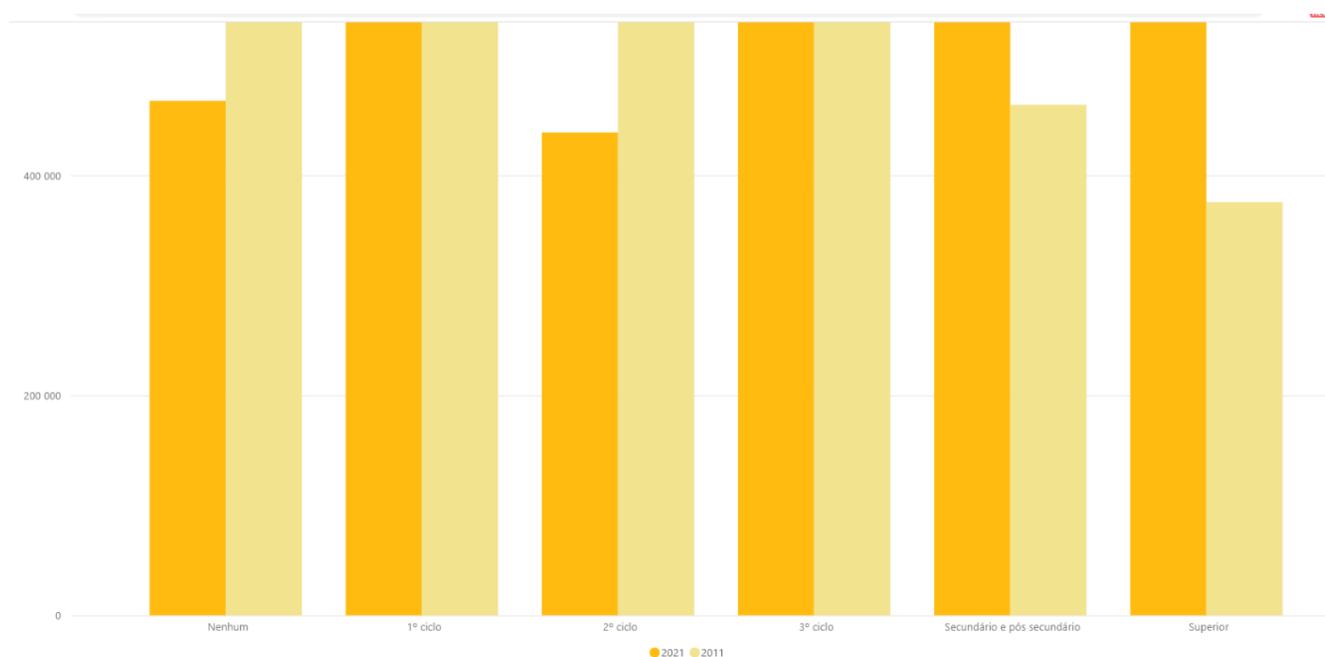
Figura 14. População residente em Barcelos por grupo etário em 2021



Fonte: INE, dados provisórios do censo 2021

No contexto da mobilidade, Barcelos apresenta uma posição favorável localizando-se próximo de centros urbanos importantes como Braga (18 Km), Viana do Castelo (30 Km) e Porto (50 Km). Acompanhado desta proximidade é importante destacar as boas acessibilidades por rodovia, tendo havido também algumas melhorias na ferrovia. O município de Barcelos conjuntamente com Braga e Vila Nova de Famalicão configuram a Associação de Municípios de Fins Específicos Quadrilátero Urbano. Relativamente aos dados provisórios do censo 2021 verifica-se uma quebra no número de indivíduos com níveis de formação mais baixos enquanto nos ciclos superiores (secundário e superior) assistiu-se a um aumento de efetivos populacionais (Figura 15).

Figura 15. População Residente no município de Barcelos em 2021



Fonte: INE, dados provisórios do censo 2021

No contexto da mobilidade, Barcelos apresenta uma posição favorável localizando-se próximo de centros urbanos importantes como Braga (18 Km), Viana do Castelo (30 Km) e Porto (50 Km). Acompanhado desta proximidade é importante destacar as boas acessibilidades quer por rodovia, quer por ferrovia.

Figura 16. Divisão administrativa do município de Barcelos



Fonte: Elaboração própria

CAPÍTULO 5 - SIG-T PARA A GESTÃO DOS TRANSPORTES NO MUNICÍPIO DE BARCELOS

5.1 – Uma plataforma SIG-T para o apoio à gestão da AT

Este capítulo serve para descrever como funciona na prática a plataforma que resultou dos procedimentos explicados no capítulo 3. Como foi abordado até agora, a elaboração deste tipo de plataformas é um processo que exige paciência, muito tempo para preparação dos dados e conhecimentos para desenvolver todo o modelo concetual.

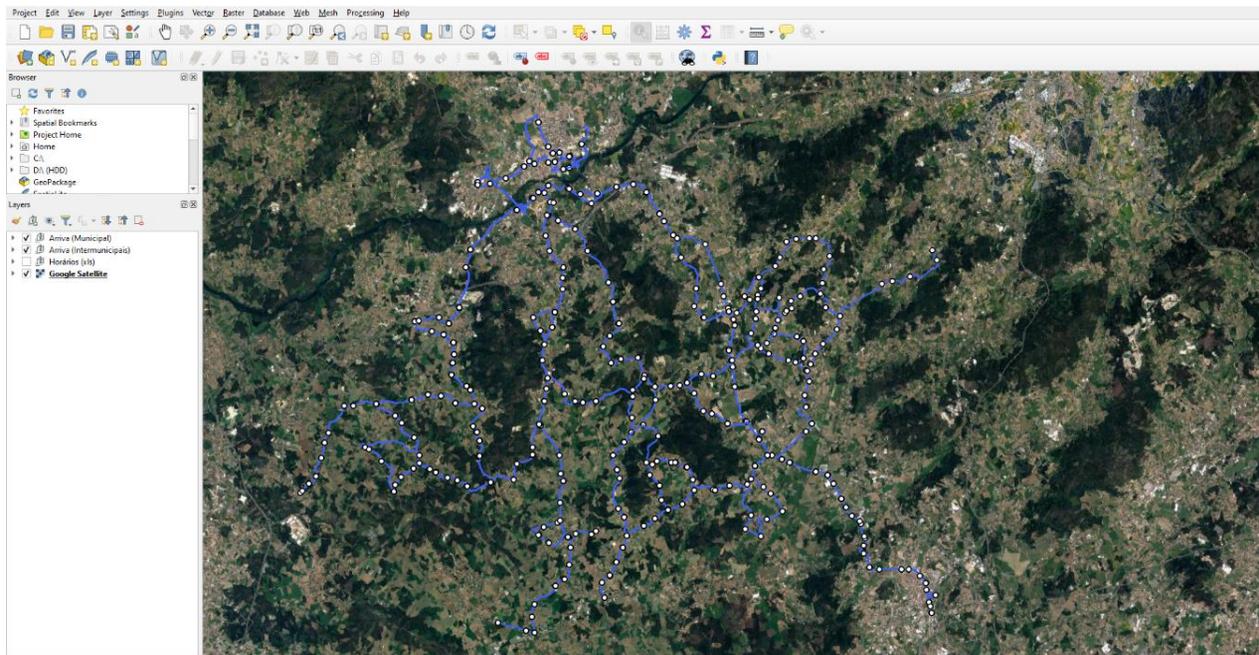
Como já foi referido, a metodologia passou, inicialmente, por desenvolver um modelo concetual que permitisse organizar toda a informação disponível e proveniente de diferentes operadores a atuar no território. De facto, importa realçar que no caso dos transportes as redes são complexas pela organização das carreiras, das suas derivações, dos horários e das diferentes paragens afetas a cada carreira.

O processo seguinte passou pela organização e filtragem dos dados disponíveis para a organização da base de dados. Nesta etapa é importante ter uma ideia do que será o produto final pois a prévia organização dos dados resulta num processo de elaboração mais eficaz e fluído. É uma etapa relativamente fácil de trabalhar dado que, atualmente, com os *softwares* de SIG este tipo de processamento é feito com relativa rapidez.

A fase seguinte passou pela inserção dos horários e pela criação dos ID's. Este é um processo bastante mais demorado pois é necessário a elaboração das tabelas de cálculo dos horários em Excel para todas as carreiras. Esta fase exige bastante atenção pois, embora seja possível a alteração dos horários na plataforma com bastante facilidade, é trabalho posterior que pode ser evitado a não ser que seja estritamente necessário (no caso de alteração de horários de uma carreira, por exemplo).

Assim, no caso da plataforma em questão, na figura 20 é possível ver qual é o estado da plataforma aquando da abertura do *software*.

Figura 20. *Layout* da plataforma desenvolvida para a CMB

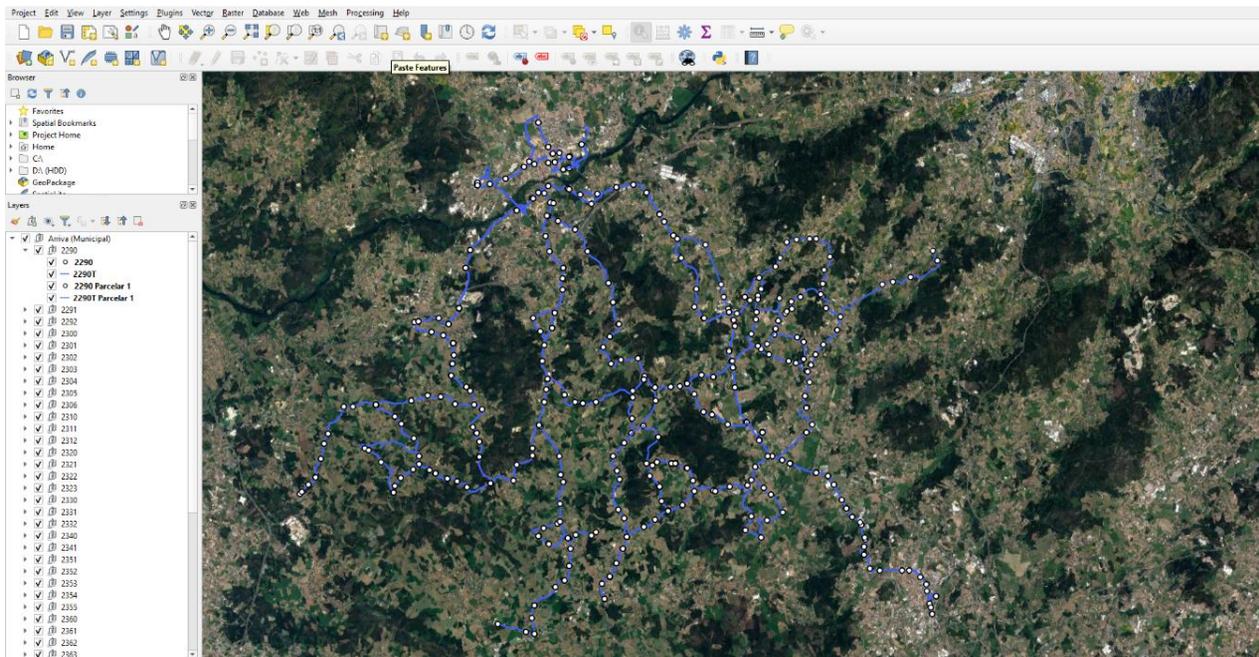


Fonte: Elaboração própria

Como se percebe pela figura, existem três grupos contendo várias camadas. O primeiro grupo corresponde às carreiras municipais operadas pela Arriva; o segundo grupo corresponde às carreiras intermunicipais da Arriva e, por fim, o terceiro grupo engloba os horários que nesta plataforma é possível a sua manipulação permitindo a sua atualização em qualquer altura. Por fim é ainda possível ao utilizador alterar o mapa base, desde que o sistema de coordenadas corresponda ao utilizado nas outras camadas.

Num contexto de exemplo prático, suponhamos que o utilizador quer aceder às informações relativas à carreira 2290 que se insere no grupo das carreiras municipais da Arriva. Neste caso o utilizador dirige-se ao grupo em questão e procura a carreira 2290.

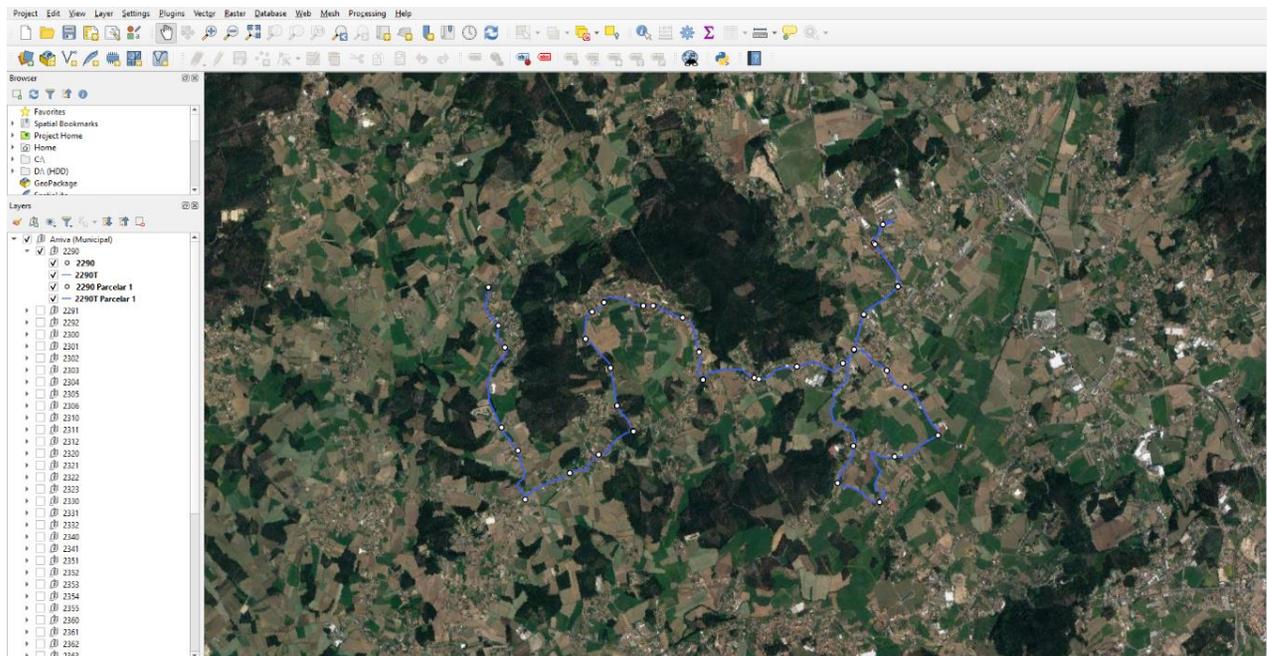
Figura 21. Seleção da carreira de interesse



Fonte: Elaboração própria

Como vemos na figura 21, assim que se expande o grupo da carreira de interesse, rapidamente se percebe que a carreira 2290 contém uma linha mãe e uma parcelar. Neste caso, podemos desativar todas as outras camadas e o resultado será a exibição da carreira selecionada como vemos na figura 22.

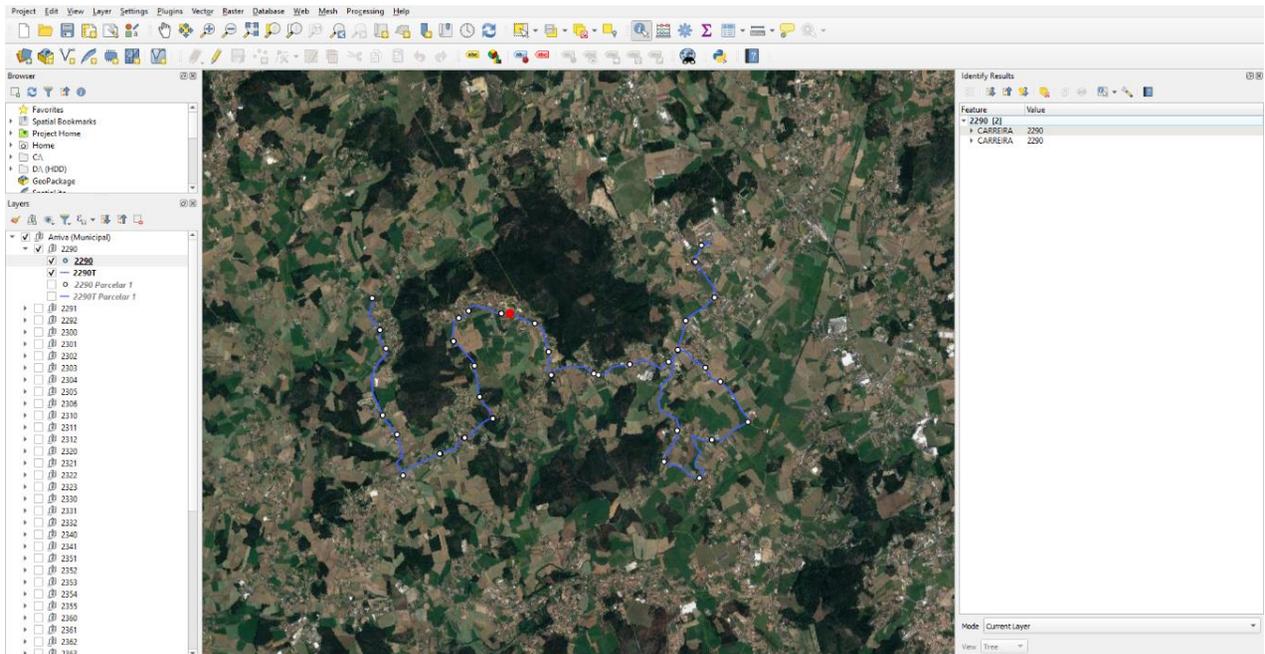
Figura 22. Isolamento da carreira pretendida



Fonte: Elaboração própria

No entanto é possível aceder a mais informações acerca desta carreira. Ativando e desativando a linha mãe ou parcelar podemos exibir isoladamente a linha pretendida (figura 23). Depois disso, seleccionando na secção das camadas a paragem ou troço que pretendemos analisar, podemos utilizar a ferramenta “Identificar atributos” para seleccionar um ponto no mapa e para ver mais informação.

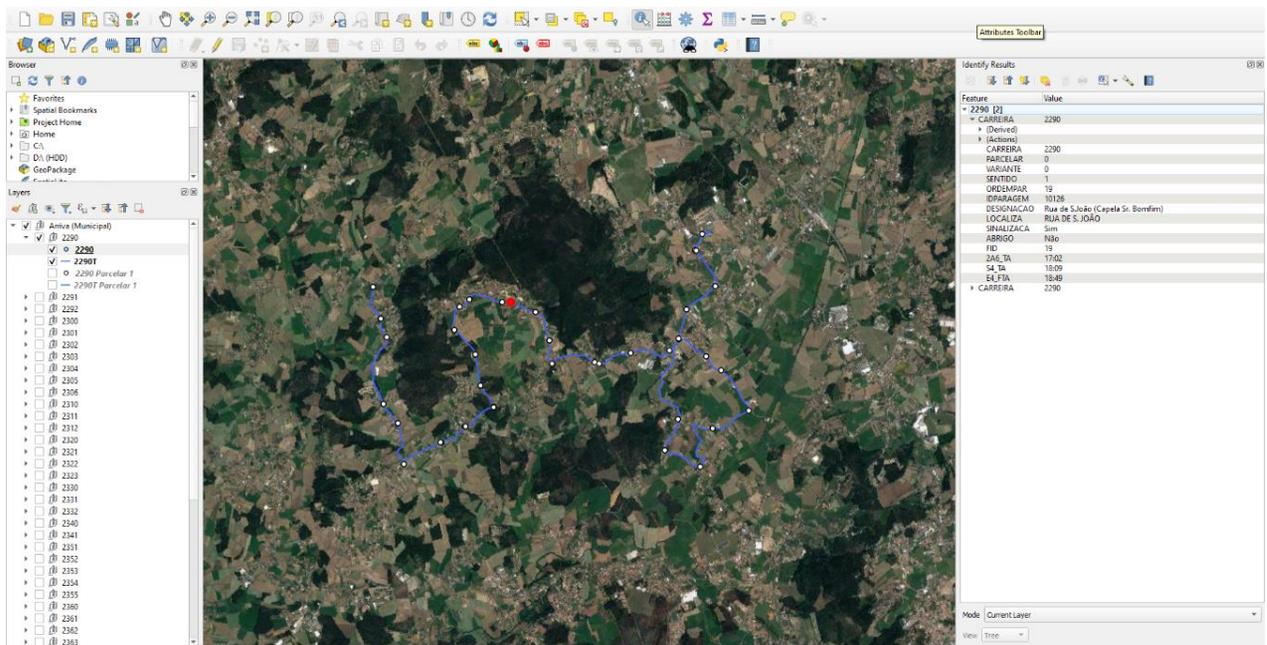
Figura 23. Seleção de uma paragem no mapa



Fonte: Elaboração própria

No caso da figura 23, podemos ver que surge uma nova aba no lado direito. Essa aba contém toda a informação presente na base de dados acerca desta paragem. Em todos os casos teremos sempre duplicado o número da carreira, o que implica o sentido de ida e o sentido de volta. O primeiro grupo é o sentido de ida e o segundo grupo é o sentido de volta, sem exceção. No entanto, como referido anteriormente e como será abordado mais à frente, nem todas as linhas contém sentido de ida e volta, verificando-se em alguns casos apenas um sentido.

Figura 24. Informação visível na aba "Identify Results"



Fonte: Elaboração própria

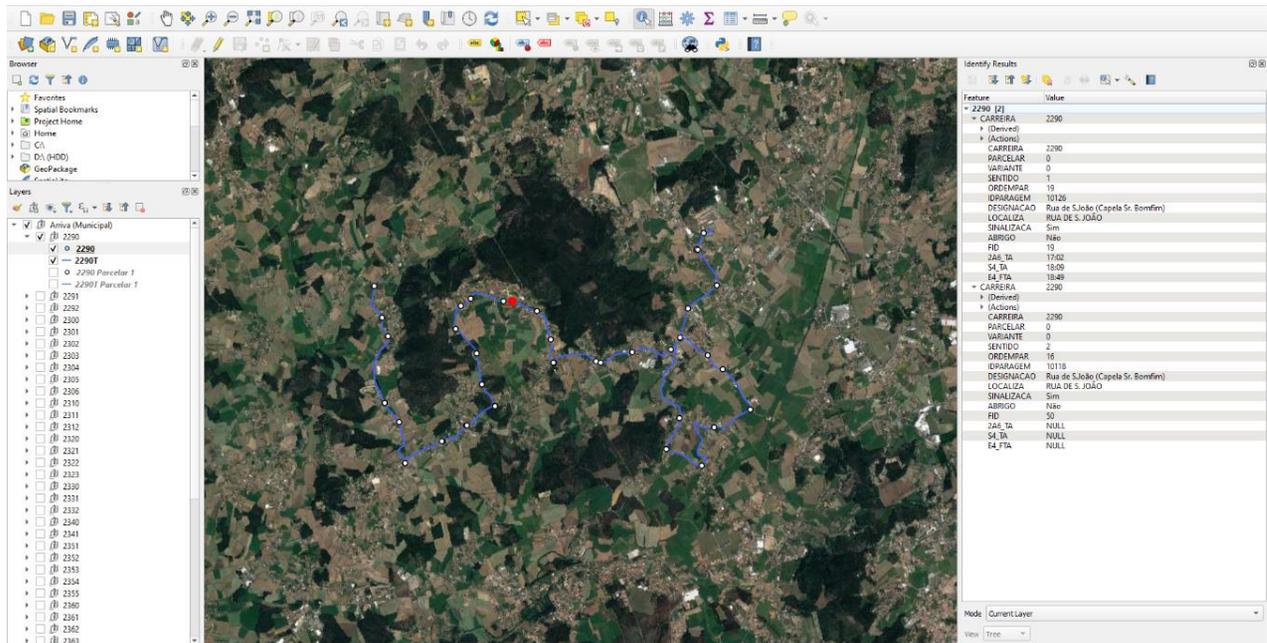
Posto isto, assim que aberto o primeiro grupo, tal como na figura 24, podemos retirar bastante informação desta pequena aba. No caso, esta paragem pertence à carreira 2290 e é uma linha principal. Nos atributos “PARCELAR” e “VARIANTE” o valor 0 indica que a linha em questão não é nenhuma das anteriores. Caso o valor do atributo “PARCELAR” fosse 1, significaria que a linha em questão era uma parcelar da linha principal e o mesmo se aplica no caso do atributo “VARIANTE”.

Para além disso temos ainda o atributo “SENTIDO” cujo valor é 1, que nos indica, com base na linha mãe, se a rota é de ida ou de volta. Sem exceção, o valor 1 indica ida e o valor 2 indica a volta. Podemos ainda ver a posição da paragem no sentido da linha. Neste caso, no sentido 1 (ida) assume a 19ª posição das paragens no percurso e, no caso do segundo segmento assumirá outro valor, caso exista um sentido de volta. Podemos ainda ver o ID atribuído pelas AT no atributo “IDPARAGEM”. Neste caso a paragem assume o ID 10126. É possível ainda ver a designação e a localização nos atributos “DESIGNACAO” e “LOCALIZA”. Para além disso, é possível verificar se esta paragem contém sinalização e abrigo nos atributos “SINALIZACA” e “ABRIGO”. Neste caso a paragem tem efetivamente sinalização de paragem para autocarros, mas não existe um abrigo para a mesma. Existe ainda o campo “FID” que corresponde aos ID’s que foram criados para a inserção dos horários, mas esta informação pode ser ignorada pois não tem outro propósito se não esse.

Por fim, os três campos restantes correspondem aos horários. Assim, utilizando o quadro 10, facilmente se descodificam os horários. Neste caso, os autocarros desta carreira efetuam paragem neste local em três ocasiões distintas: às 17:02H de segunda-feira a sexta-feira em tempo de aulas (2A6_TA), às 18:09H

somente às quartas-feiras em tempo de aulas e, por fim, às 18:49H todos os dias exceto à quarta-feira fora do tempo de aulas. Neste caso, esta linha apenas tem um sentido de ida, pois se se verificar a aba do sentido 2 (volta), no campo dos horários consta "NULL" ou em branco, indicando que nenhum autocarro desta carreira passa nesta paragem, como vemos na figura 25.

Figura 25. Informação visível na aba "Identify Results" (segundo grupo)



Fonte: Elaboração própria

Utilizando esta metodologia é possível retirar toda esta informação acerca de qualquer linha de qualquer carreira com apenas alguns cliques dentro do *software*.

Este é um exemplo prático da utilização da plataforma para retirar informação sem grande esforço. Toda esta informação pode também ser acedida pela base de dados se o utilizador assim o preferir. Para isso basta seleccionar a linha na aba das camadas e abrir a tabela de atributos e a informação estará também disponível dessa forma (Figura 26).

Figura 26. Tabela de atributos de uma carreira

CARRERA	PARCELAR	VARIANTE	SENTIDO	ORDENPAR	IDPARAGEM	DESIGNACAO	LOCALIZACAO	SINALIZACAO	ABRIGO	FID	D46_TA	S4_TA	E4_FT4
2290	0	0	1	1	10274	Escola EB 2.3 de...	RUA FONTAIN...	Sim	Não	1 1645	1750	1830	
2290	0	0	1	2	10169	Viadutos (Bark...	ND04	Sim	Não	2 1646	1751	1831	
2290	0	0	1	3	10170	Viadutos (Farm...	RUA DO XISTO	Sim	Não	3 1647	1752	1832	
2290	0	0	1	4	10171	Viadutos (Bom...	RUA DA ISABEL...	Sim	Não	4 1648	1754	1834	
2290	0	0	1	5	10172	Rua da Torre...	RUA DA TORRE...	Sim	Não	5 1649	1756	1836	
2290	0	0	1	6	10577	Travessa da Ve...	RUA DA VEIGA	Sim	Não	6 1650	1757	1837	
2290	0	0	1	7	10578	Rua da Veiga	RUA DA VEIGA	Sim	Não	7 1651	1758	1838	
2290	0	0	1	8	10579	Rua Oliveira Bar...	RUA ANTONIO...	Sim	Não	8 1652	1759	1839	
2290	0	0	1	9	10580	Rua Oliveira Bar...	RUA ANTONIO...	Sim	Não	9 1652	1800	1840	
2290	0	0	1	10	10581	Cavaleiros (Rua...	RUA DAS HORTAS	Sim	Não	10 1653	1801	1841	
2290	0	0	1	11	10582	Rua Nossa Sra ...	RUA DA NOSSA...	Sim	Não	11 1654	1802	1842	
2290	0	0	1	12	10608	Minhotões (IG)	LARGO DA IGR...	Sim	Não	12 1655	1804	1844	
2290	0	0	1	13	10174	Rua da Isabel...	M005-3	Sim	Não	13 1656	1805	1845	
2290	0	0	1	14	10175	Quinta do Cam...	M005-3	Sim	Não	14 1657	1806	1846	
2290	0	0	1	15	10176	Grimancelos (q...	M005-3	Sim	Não	15 1658	1807	1847	
2290	0	0	1	16	10177	Chavão (CZ)	M005-2	Sim	Não	16 1659	1807	1847	
2290	0	0	1	17	10123	Rua de S.João L...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	17 1700	1808	1848	
2290	0	0	1	18	10125	Rua de S.João L...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	18 1701	1809	1849	
2290	0	0	1	19	10126	Rua de S.João L...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	19 1702	1809	1849	
2290	0	0	1	20	10178	Rua de S.João L...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	20 1702	1810	1850	
2290	0	0	1	21	10128	Rua de S.João L...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	21 1703	1811	1851	
2290	0	0	1	22	10129	Chavão (Graja)	M005-2	Sim	Não	22 1704	1812	1852	
2290	0	0	1	23	10179	Travessa da Póv...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	23 1705	1813	1853	
2290	0	0	1	24	10180	Escola Primária...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	24 1705	1813	1853	
2290	0	0	1	25	10181	Rua do Monte...	MT131	Sim	Não	25 1706	1814	1854	
2290	0	0	1	26	10182	Chavão (Saram...	RUA DE S. JOÃO	Sim	Não	26 1707	1815	1855	
2290	0	0	1	27	10183	Chavão	RUA NOSSA SE...	Sim	Não	27 1707	1815	1855	
2290	0	0	1	28	10184	Rua Nossa Sen...	RUA NOSSA SE...	Sim	Não	28 1708	1816	1856	
2290	0	0	1	29	10185	Mocha	RUA DE SANTA...	Sim	Não	29 1709	1817	1857	
2290	0	0	1	30	10286	Chorento (Cap...	RUA PRINCIPAL	Sim	Não	30 1709	1817	1857	
2290	0	0	1	31	10287	Chorento (Mate...	M005	Sim	Não	31 1710	1818	1858	

Fonte: Elaboração própria

Para além disso, outra grande vantagem da plataforma é a facilidade na alteração dos horários caso se verifique necessário. No caso, para editar o horário da linha mãe da carreira 2290, é apenas necessário abrir o ficheiro Excel correspondente à linha em questão presente numa pasta dentro da mesma pasta deste projeto e alterar a hora de partida da primeira paragem. Depois disso basta guardar o ficheiro, copiar o horário em questão e aceder ao ficheiro “.csv”, também presente numa pasta dentro da pasta do projeto, e colar os valores calculados pelo Excel, removendo o horário a ser substituído. Desta forma o QGIS encarregar-se-á de atualizar a tabela de atributos automaticamente.

Figura 27. Tabelas dos horários em formato Excel

A	B	C	D	E
Origem & Destino	Ida			Tempo Médio de Percurso (Entre Paragens)
Paragens	2ª a 6ª (Tempo de Aulas)	Só à 4ª (Tempo de Aulas)	Excepto à 4ª (Fora Tempo Aulas)	
Escola EB 2,3 de Viatodos	16:00	17:50	18:30	0:00
Viatodos (Barbosa)	16:01	17:51	18:31	0:01
Viatodos (Farmácia)	16:02	17:52	18:32	0:01
Viatodos (Bombeiros)	16:03	17:53	18:33	0:01
Rua da Torre	16:04	17:54	18:34	0:01
Minhotães (IC)	16:05	17:55	18:35	0:01
Rua Nossa Sra das Neves	16:06	17:56	18:36	0:01
Cavaleiros (Rua de Hortões)	16:07	17:57	18:37	0:01
Rua Oliveira Barros -1	16:07	17:57	18:37	0:00
Rua Oliveira Barros (CZ)	16:08	17:58	18:38	0:01
Rua da Veiga	16:09	17:59	18:39	0:01
Travessa da Veiga	16:10	18:00	18:40	0:01
Rua da Isabelinha (Café dos Ciganos)	16:11	18:01	18:41	0:01
Quinta do Campelo- Grimancelos	16:12	18:02	18:42	0:01
Grimancelos (Igreja)	16:13	18:03	18:43	0:01
Chavão (CZ)	16:14	18:04	18:44	0:01
Rua de S. João (N.295)	16:15	18:05	18:45	0:01
Rua de S. João (CZ Rua Seara)	16:16	18:06	18:46	0:01
Rua de S. João (Capela Sr. Bomfim)	16:17	18:07	18:47	0:01
Rua de S. João (Jardim de Infância)	16:17	18:07	18:47	0:00
Rua de S. João (Cz Rua dos Picoutos)	16:18	18:08	18:48	0:01
Chavão (Igreja)	16:19	18:09	18:49	0:01
Travessa da Póvoa	16:20	18:10	18:50	0:01
Escola Primária de Chavão	16:21	18:11	18:51	0:01
Rua do Monte Porreiro	16:22	18:12	18:52	0:01
Chavão (Saramago)	16:23	18:13	18:53	0:01
Chavão	16:24	18:14	18:54	0:01
Rua Nossa Senhora da Graça	16:25	18:15	18:55	0:01
Mocha	16:26	18:16	18:56	0:01
Chorente (Capela)	16:27	18:17	18:57	0:01
Chorente (Mateus)	16:28	18:18	18:58	0:01
Chorente (Torre)	16:29	18:19	18:59	0:01
Chorente (Regato)	16:30	18:20	19:00	0:01
Chorente (Igreja)	16:31	18:21	19:01	0:01

Fonte: Elaboração própria

Como se vê na figura 27, o horário de partida foi efetivamente alterado das 16:45H para as 16:00H e o cálculo foi efetuado automaticamente. Seguindo com exemplo da carreira 2290, o autocarro já não para na paragem “Rua de S. João (Capela Sr. Bomfim)” às 17:02H, mas sim às 16:17H, com base no novo horário de partida. Após isto, salva-se o ficheiro para que fique atualizado nas tabelas dos horários e copia-se toda a coluna B (referente ao horário alterado), e cola-se no ficheiro “.csv” correspondente à mesma linha (Figura 28).

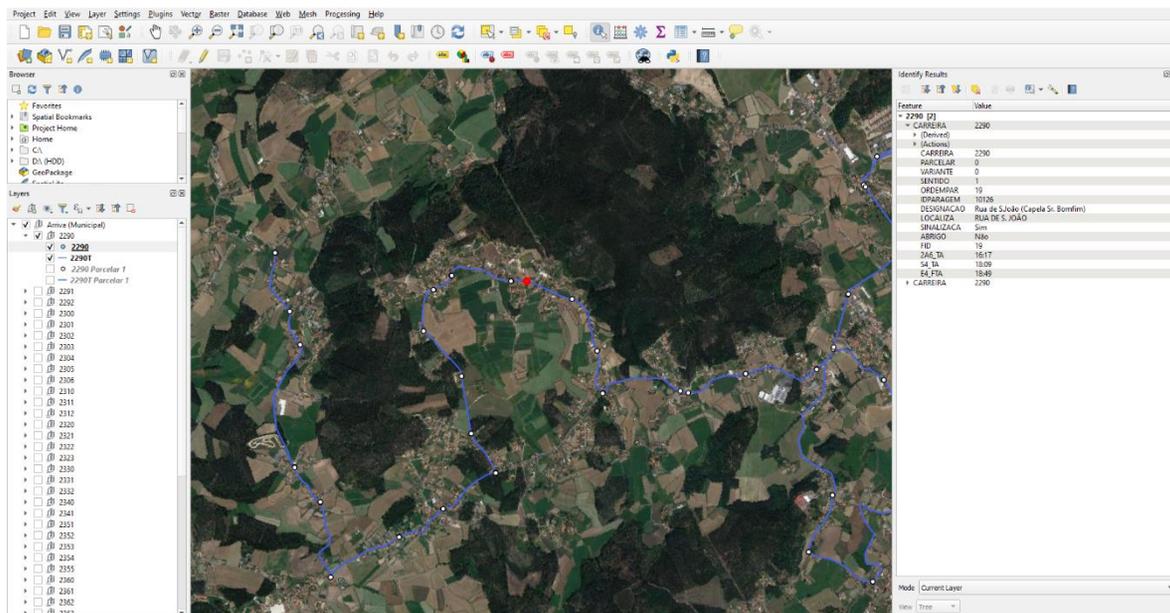
Figura 28. Alteração de um horário através das tabelas .csv

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	FID	2A6_TA	S4_TA	E4_FTA																									
2	1	16:00	17:50	18:30																									
3	2	16:01	17:51	18:31																									
4	3	16:02	17:52	18:32																									
5	4	16:03	17:54	18:34																									
6	5	16:04	17:56	18:36																									
7	6	16:05	17:57	18:37																									
8	7	16:06	17:58	18:38																									
9	8	16:07	17:59	18:39																									
10	9	16:07	18:00	18:40																									
11	10	16:08	18:01	18:41																									
12	11	16:09	18:02	18:42																									
13	12	16:10	18:04	18:44																									
14	13	16:11	18:05	18:45																									
15	14	16:12	18:06	18:46																									
16	15	16:13	18:07	18:47																									
17	16	16:14	18:07	18:47																									
18	17	16:15	18:08	18:48																									
19	18	16:16	18:09	18:49																									
20	19	16:17	18:09	18:49																									
21	20	16:17	18:10	18:50																									
22	21	16:18	18:11	18:51																									
23	22	16:19	18:12	18:52																									
24	23	16:20	18:13	18:53																									
25	24	16:21	18:13	18:53																									
26	25	16:22	18:14	18:54																									
27	26	16:23	18:15	18:55																									
28	27	16:24	18:15	18:55																									
29	28	16:25	18:16	18:56																									
30	29	16:26	18:17	18:57																									
31	30	16:27	18:17	18:57																									
32	31	16:28	18:18	18:58																									
33	32	16:29	18:19	18:59																									
34	33	16:30	18:20	19:00																									
35	34	16:31	18:20	19:00																									

Fonte: Elaboração própria

Após isto, a atualização dentro do QGIS ou do *software* SIG utilizado, será efetuada e se confirmarmos novamente na aba de identificação de atributos, podemos verificar que efetivamente na paragem “Rua de S. João (Capela Sr. Bomfim)” o horário mudou das 17:02H para as 16:07H, como é possível observar na figura 29.

Figura 29. Resultado da alteração do horário na plataforma

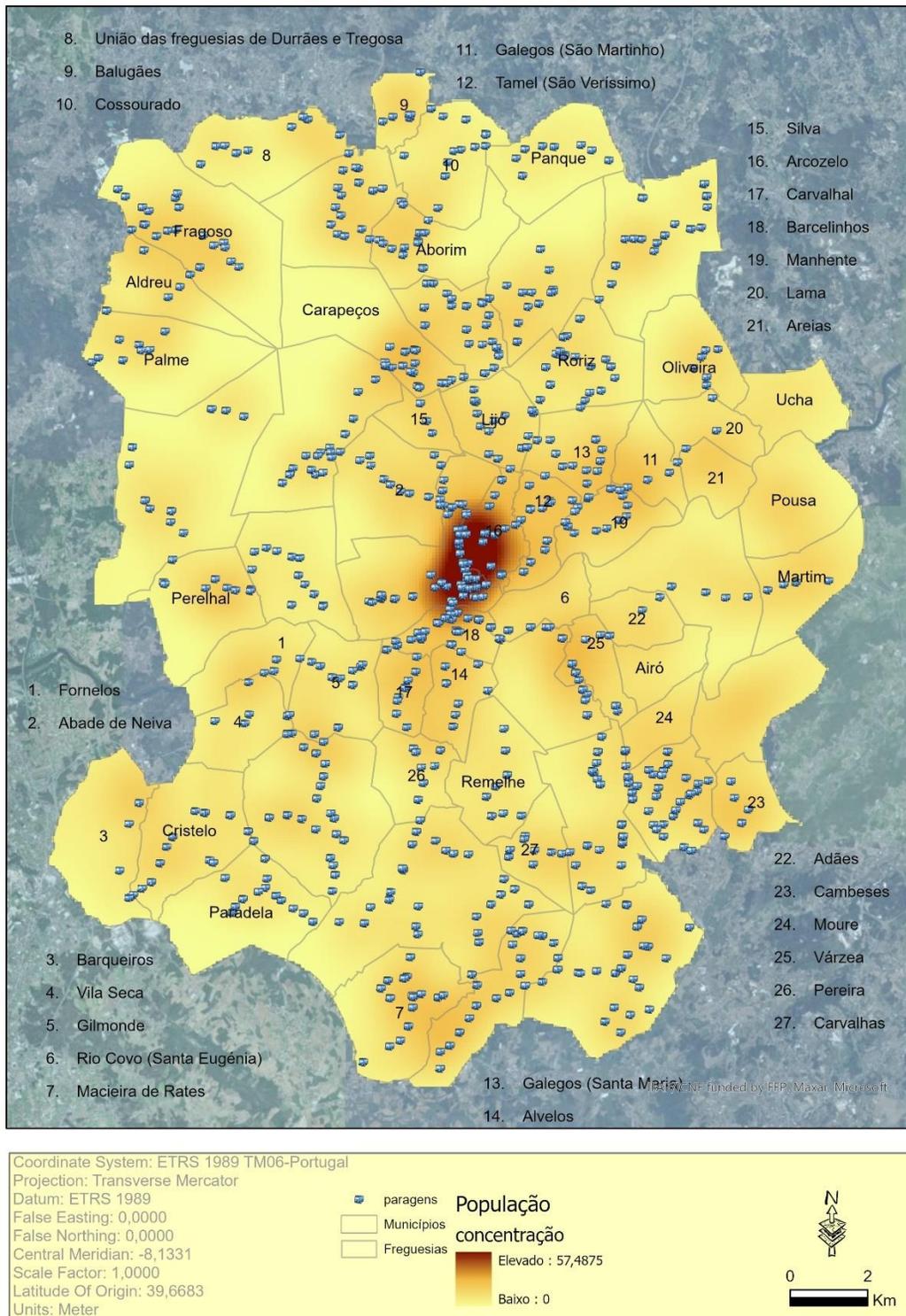


Fonte: Elaboração própria

5.2 – Uma abordagem em SIG-T para compreensão da rede de Transportes públicos coletivos em Barcelos

O município de Barcelos apresenta um centro urbano com uma elevada concentração da população residente (figura 30). De facto, o município já possuiu 89 freguesias apresentando atualmente 61.

Figura 30. Concentração da população residente em Barcelos, em 2011

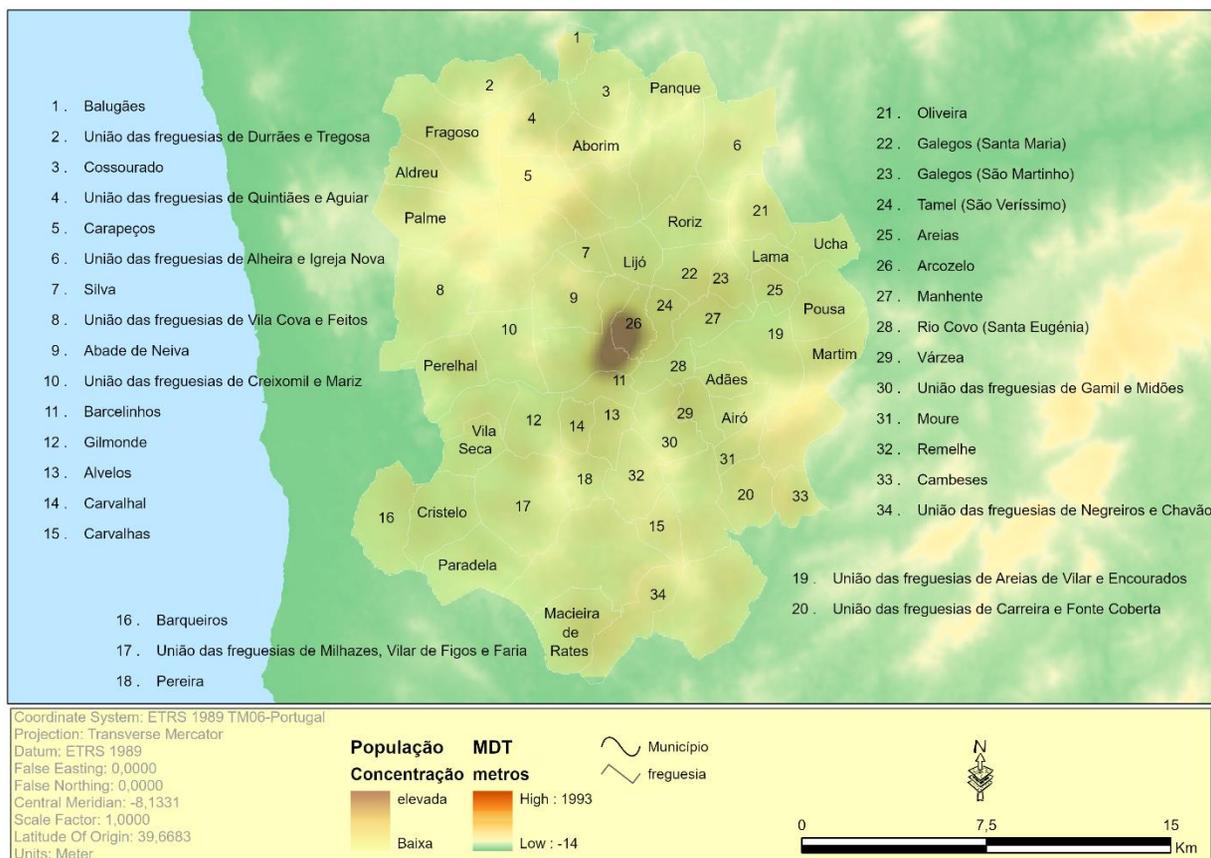


Fonte: Elaboração própria

Esta área apresenta o seu ponto mais elevado no alto de São Gonçalo, na freguesia de Fragoso. Cerca de 70% do território insere-se em altitudes compreendidas entre os 25 e os 150 metros (Figura 31).

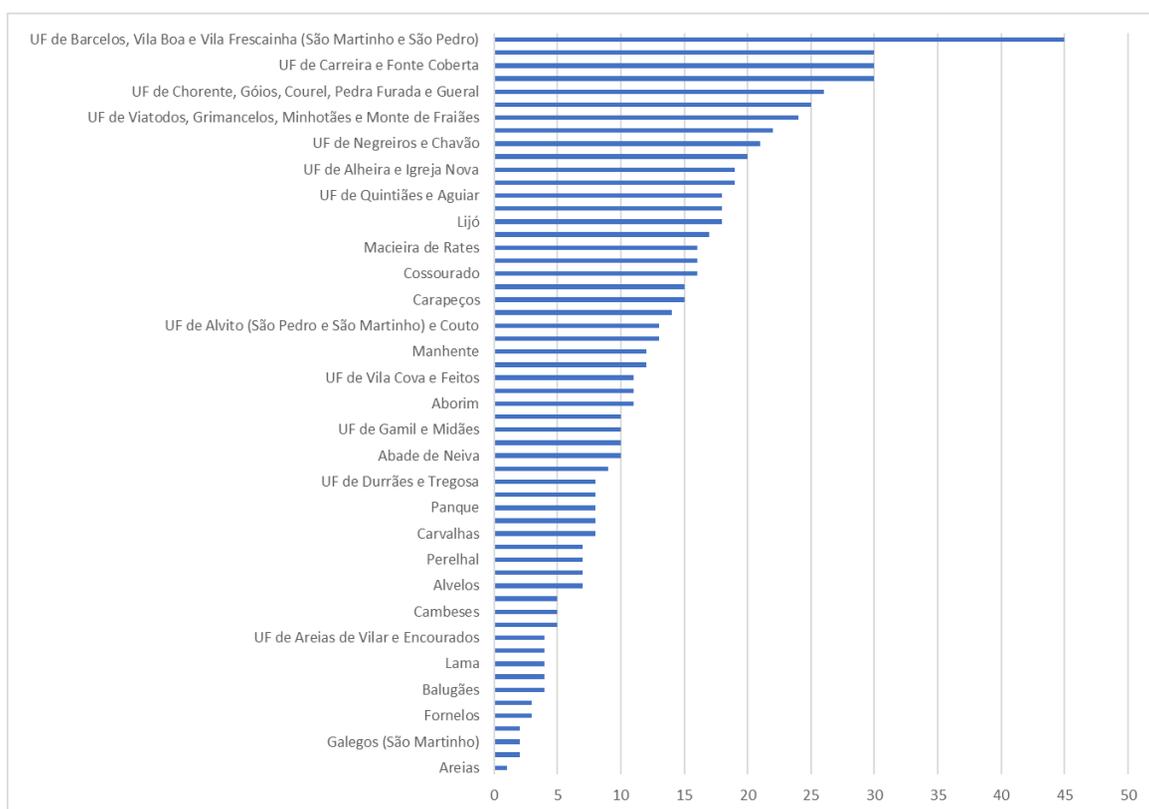
Figura 31. Distribuição da população residente em Barcelos, em 2011, e MDT

Fonte: Elaboração própria



Em relação ao número de paragens por freguesias da UF de Barcelos, Vila Boa e Vila Frescainha (São Martinho e São Pedro) destacam-se por possuírem o maior número de paragens (45), designadamente por serem as freguesias mais urbanas. Seguem-se respetivamente UF de Silveiros e Rio Covo (Santa Eulália), UF de Carreira e Fonte Coberta e Barcelinhos com 30 paragens cada. A UF de Chorente e de Góios, Courel, Pedra Furada e Gual apresenta 26 paragens e Arcozelo 25. Conjuntamente nestas freguesias e UF concentram-se $\frac{1}{4}$ das paragens totais do município de Barcelos (Figura 32).

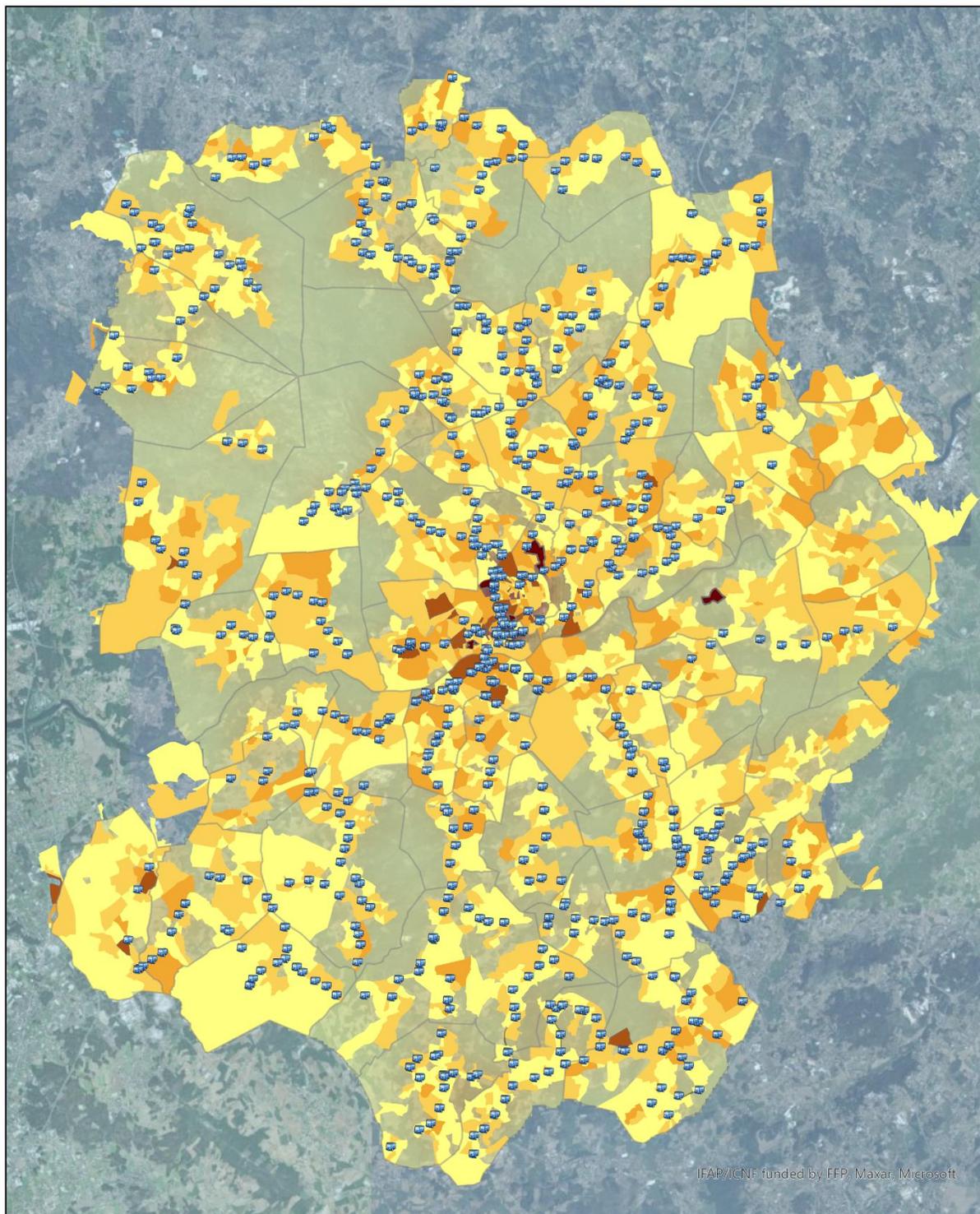
Figura 32. Número de paragens por freguesia no município de Barcelos



Fonte: Elaboração própria

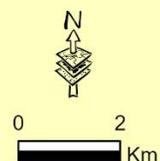
Podemos verificar pela análise da figura 33, que a população idosa do município se concentrava em, 2011, no centro urbano. Também é visível que a rede de paragens o município acompanha a distribuição desta população mais vulnerável à exclusão social (Ribeiro & Remoaldo, 2009; Remoaldo & Ribeiro, 2010; Ribeiro et al., 2015).

Figura 33. Distribuição da população idosa, em 2011, e das paragens no município de Barcelos



Coordinate System: ETRS 1989 TM06-Portugal
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: ETRS 1989
 False Easting: 0,0000
 False Northing: 0,0000
 Central Meridian: -8,1331
 Scale Factor: 1,0000
 Latitude Of Origin: 39,6683
 Units: Meter

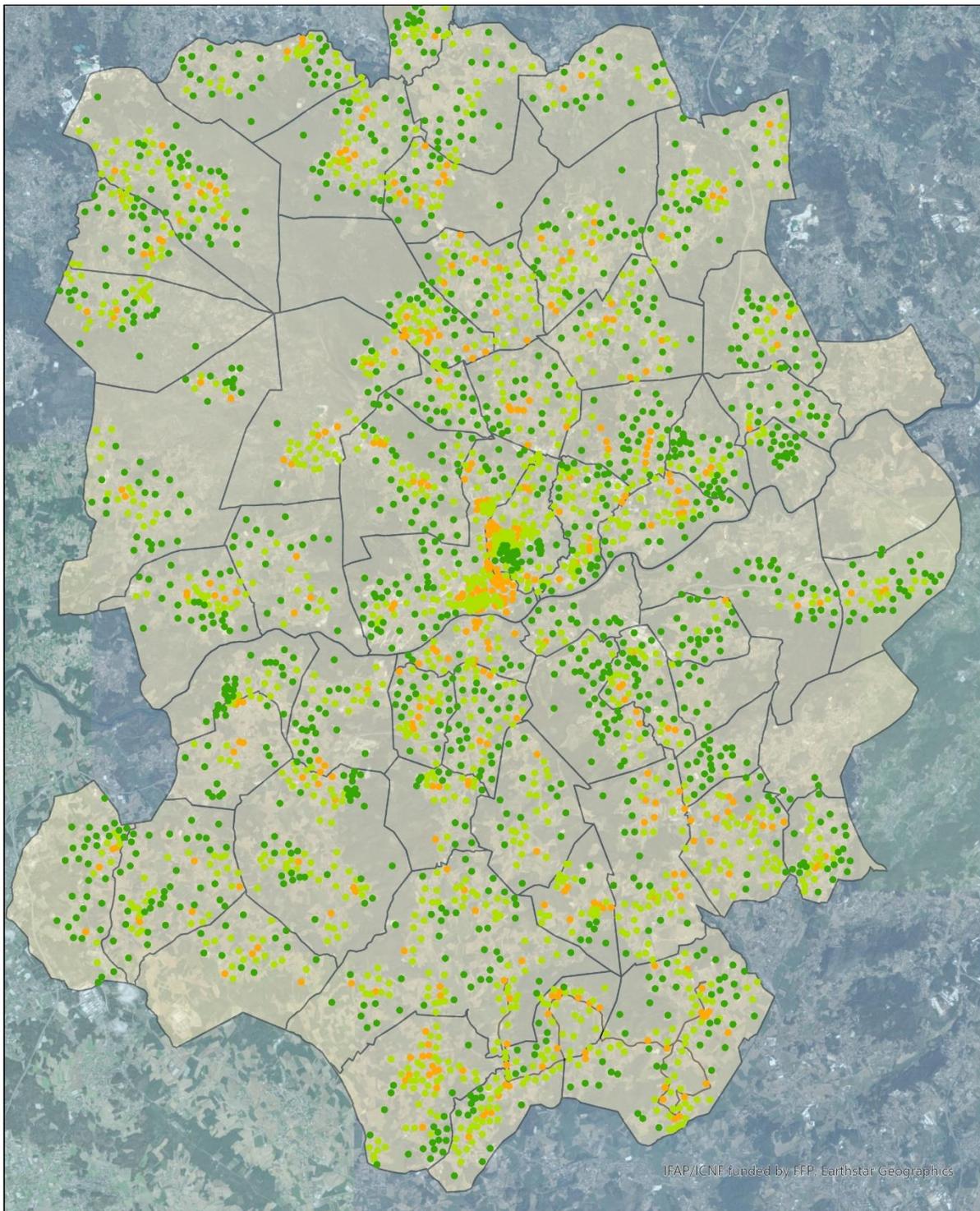
Idosos	11 - 22	— Município
n	23 - 46	— freguesia
0 - 4	47 - 88	
5 - 10	paragens	



Fonte: Elaboração própria

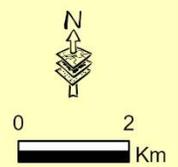
Numa análise de redes à distribuição das paragens no município de Barcelos podemos constatar a distância – tempo da população a cada paragem. De igual modo podemos quantificar o número de pessoas que se encontra para além do limiar aceitável dos 5 minutos para aceder a uma paragem. A partir deste limiar podemos aferir que a população não possui serviço e se encontra em áreas mais debilitadas e propensas a fenómenos de exclusão social. Podemos identificar pequenos conjuntos de áreas onde a deficiente serviço de transportes coletivos se faz notar. Destaca-se, contudo, a secção territorial a oeste onde este *cluster* assume uma dimensão considerável (figura 34).

Figura 34. População residente em Barcelos por distância a uma paragem de autocarro



Coordinate System: ETRS 1989 TM06-Portugal
 Projection: Transverse Mercator
 Datum: ETRS 1989
 False Easting: 0,0000
 False Northing: 0,0000
 Central Meridian: -8,1331
 Scale Factor: 1,0000
 Latitude Of Origin: 39,6683
 Units: Meter

- | minutos | Limite administrativo |
|----------|-----------------------|
| ● « 2 | ~ Município |
| ● 3 - 5 | ~ freguesia |
| ● 6 - 15 | |
| ● » 16 | |



Fonte: Elaboração própria

De facto, mais de metade da população possui uma paragem a menos de 5 minutos a pé. Não é perceptível qualquer desequilíbrio entre sexos no acesso às paragens. Porém destacamos o facto de 9% da população estar a mais de 15 minutos a pé de uma paragem o que equivale a cerca de 10.000 habitantes e a cerca de 8% de população com 65 ou mais anos de idade (Quadro 10).

Quadro 10. Distância-tempo da população de Barcelos a uma paragem de autocarros

Distância (minutos)	Indivíduos (n)	Indivíduos H (n)	Indivíduos H (%)	Indivíduos M (n)	Indivíduos M (%)	Idosos (n)	Idosos (%)
« 2	14551	6981	12	7570	12	2243	14
2a 5	51983	24988	43	26995	43	7212	44
5 a 15	43626	21257	36	22369	36	5699	34
» a 15	10231	5058	9	5173	8	1393	8
Total	120391	58284	100	62107	100	16547	100

Fonte: Elaboração própria

5.3. Considerações finais

Ainda que uma plataforma deste tipo, bem como as possíveis análises dela derivadas, tenha uma componente quantitativa muito forte, é um erro negligenciar as questões humanas. Este é um exemplo de uma plataforma que pretende auxiliar o cotidiano de técnicos e profissionais que trabalham em prol do bem-estar da população. Deste modo, é importante ter em conta inúmeras variáveis, mas sempre com um objetivo final fortemente orientado para as questões e necessidades humanas. Ao prestar um serviço, principalmente um serviço com esta importância para as populações, não podemos negligenciar a realidade vivida em cada contexto. Neste sentido é importante olhar para os números, não apenas como números, mas sim como indicadores daquilo que é preciso ter em conta. É importante, considerar faixas etárias, disponibilização de serviços, fluxos de viagem, entre outros, que são comum a todos, mas também específico a cada um. Num setor tão fulcral como o dos transportes será impossível agradar a todos os membros de uma comunidade de igual forma, mas é importante que se trabalhe com o objetivo de providenciar a todos as mesmas oportunidades sempre que possível.

NOTAS CONCLUSIVAS

A meu ver e de acordo com o feedback obtido por parte da equipa com quem tive oportunidade de trabalhar, esta plataforma é, definitivamente, uma mais-valia para toda a equipa encarregue deste setor no município de Barcelos, pois permite analisar e manipular os dados de uma forma mais rápida e com bastante mais rigor. É um processo que exige trabalho e tempo, mas que quando completo facilmente se recupera o tempo investido, permitindo à equipa focar-se noutras questões, servindo ainda de apoio para estas mesmas questões. No decorrer deste projeto, percebi que por vezes o rigor nesta área não é levado tão seriamente como devia, bem como a articulação das operadoras com o Município, o que acabei por verificar não só em questões voltadas para os SIG, mas também em relação a questões práticas do quotidiano.

Em retrospectiva, a plataforma final não foi de encontro ao que gostaria de ter apresentado como projeto final, mas, depois de debater com o técnico de SIG's do município, com base no tempo que teria de estágio, optámos por não fazer algo muito complexo para que no final tivesse, efetivamente, um projeto concluído e que pudesse ser utilizado na prática. Também em articulação com a equipa, relativamente à questão de tempo, optamos por orientar o meu trabalho para as carreiras municipais e intermunicipais da Arriva.

Embora gostasse de ter tido o tempo necessário para fazer algo mais complexo, designadamente através de análises mais complexas e automáticas, por exemplo para definir a expansão da rede ou eventualmente de políticas de mobilidade sustentável, considero que o resultado apresentado foi ao encontro dos objetivos propostos.

Ainda assim, o projeto foi empregue numa situação prática extraordinária e já mostrou a sua utilidade ao ser usado na prática cotidiana do município. Por outro lado, o desafio e os receios iniciais, foram ultrapassados pois a execução da plataforma e deixá-la operacional para a equipa do município revela que a formação que adquirimos se traduz numa mais-valia quando colocada em prática.

Dadas as alterações que se avizinham no que respeita à mudança de entidades responsáveis pelas linhas existentes no município de Barcelos, o projeto que desenvolvi foi levado a concurso para a realização da distribuição das linhas já existentes para novas entidades responsáveis pela operação. Isto prova que efetivamente é importante a presença e o trabalho de técnicos de SIG nesta área, particularmente com vocação para o planeamento do território como é o caso do Geógrafo.

Posto isto, em relação à questão de partida: Qual é o contributo de um SIG-T na gestão cotidiana de uma Autoridade de Transporte, podemos referir que o contributo é de facto enorme pois com os novos desafios colocados às AT, aos requisitos de informação georreferenciada solicitada pelo regulador IMT e a

necessidade de encontrar respostas para os problemas do cotidiano em matéria de transportes são enormes.

Relativamente ao primeiro objetivo: Identificar a qualidade da informação geográfica podemos referir que a qualidade é em muitos casos má, deficitária e redundante. Por este facto, o processo de tratamento da informação foi bastante moroso e tal foi facilitado devido ao desenvolvimento de um modelo concetual, que era o nosso segundo objetivo: Criar um modelo conceptual para a estruturação de um SIG-T. O terceiro objetivo passou por levantar a informação SIG relevante em falta, o que também tivemos que concretizar e uma vez se revelou um processo muito moroso. Por fim, o último objetivo passou pela criação de uma plataforma de visualização simples e em tempo real que permita dar respostas aos desafios cotidianos que a AT enfrenta, qual apresentamos no capítulo 5.

É importante destacar que efetivamente os próximos tempos serão muito desafiantes para os geógrafos com particular dedicação à Geografia dos transportes em face das alterações legais e de organização territorial deste setor tão relevante para a sociedade atual. Assim, na perspetiva de geógrafo, aproveito estas notas conclusivas para abordar aquilo que considero terem sido as oportunidades e limitações enfrentadas durante a realização deste projeto.

No que respeita às limitações há uma série de questões que dificultaram o meu trabalho. Em primeiro lugar, o facto de o município não possuir informação de base preparada para um SIG-T bem como não possuir o software mais adequado para a análise de redes. Embora o projeto tenha sido realizado em QGIS, este por vezes demonstrou algumas limitações técnicas que não se verificam no ArcGIS. Por outro lado, a informação disponibilizada pelos operadores de transporte também não é a mais intuitiva para ser trabalhado pois a informação é diversa e encontra-se desorganizada e em diferentes formatos, o que não contribui para facilitar o trabalho dos técnicos SIG. Por fim, um inconveniente que adiou um pouco o início do trabalho foi a burocracia para oficializar o estágio, que também foi influenciada pelas questões de saúde pública que vivemos.

Por sua vez no que respeita às oportunidades, tive a possibilidade de contruir um modelo SIG-T funcional, simples e eficiente. Deste modo, considero que o contributo deste tipo de projetos ajuda, cada vez mais, a criar uma maior consciência do papel do geógrafo no planeamento de transportes, nomeadamente dos técnicos SIG. Esta consciência surge um pouco em função da funcionalidade e da competência que as ferramentas SIG dão às AT, agilizando assim muito do trabalho. É também uma oportunidade ideal para demonstrar que os geógrafos têm uma formação que nos permite dialogar com equipas multidisciplinares, desenvolver modelos concetuais e operacionalizar plataformas, no caso, SIG-T.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Portuguesa do Ambiente (2017). *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020*. Lisboa: APA.

Azad, M., Abdelqader, D., Taboada, L. M., & Cherry, C. R. (2021). Walk-to-transit demand estimation methods applied at the parcel level to improve pedestrian infrastructure investment. *Journal of Transport Geography*, *92*, 103019.

Agência Portuguesa do Ambiente (2017). *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020*. Lisboa: APA.

Azad, M., Abdelqader, D., Taboada, L. M., & Cherry, C. R. (2021). Walk-to-transit demand estimation methods applied at the parcel level to improve pedestrian infrastructure investment. *Journal of Transport Geography*, *92*, 103019.

Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, *15*(2), 73-80.

Brown, A. ., & Affum, J. . (2002). *A GIS-based environmental modelling system for transportation planners*. *Computers, Environment and Urban Systems*.

Litman, T. (2007). Evaluating Accessibility for Transportation Planning. Retrieved 2 Agosto, 2009, from <http://www.vtpi.org/access.pdf>.

Lopes, A., Pacheco, E. (2010). O SIG e a gestão integrada da rede de transportes colectivos no Norte de Portugal. XII Colóquio Ibérico de Geografia.

Mamede, R. P., Pereira, M., & Vachon, N. (2020). *Portugal: Uma análise rápida do impacto da COVID-19 na economia e no mercado de trabalho*. Organização Internacional do trabalho.

Mavoa, S., Witten, K., McCreanor, T., & O'Sullivan, D. (2012). GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography*, *20*(1), 15-22.

Ollivier, G. P., & Basat, G. (2020). *Transit-Oriented Development for Sustainable Cities*. The World Bank.

- Oliveira, J. V., Telhada, J., Carvalho, M. S. (2010). Integração de tecnologias SIG e WEB para o planeamento e gestão de sistemas de transporte a pedido.
- Peixoto da Silva, D. F. (2006). Sistemas de Informação Geográfica Para Transportes: Uma aplicação aos transportes urbanos de Guimarães.
- Qi, Y., Liu, J., Tao, T., & Zhao, Q. (2021). Impacts of COVID-19 on public transit ridership. *International Journal of Transportation Science and Technology*, in press.
- Remoaldo, P., & Ribeiro, V. (2010). Mobility and transport-related social exclusion in the Northwest of Portugal. *Urban Studies*, Paper Under Review.
- Ribeiro, V., & Remoaldo, P. (2009). *O aumento da mobilidade individual e o agravamento da exclusão social nos territórios periféricos da cidade de Braga*. Paper presented at the X Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais, Braga.
- Ribeiro, V., Remoaldo, P., & Gutiérrez, J. (2015). Mapping transport disadvantages of elderly people in relation to access to bus stops: contribution of geographic information systems. In A. Melhorado-Condeço, A. Regianni & J. Gutiérrez (Eds.), *Accessibility And Spatial Interaction* (pp. 315-327). Londres: Edward Elgar Publishing.
- Rodrigue, J.-P., Comtois, C., & Slack, B. (2013). *The geography of transport systems*. Routledge.
- Rura, M. J., Marble, D.F., Alvarez, D. (2014). In Memoriam: Roger Tomlinson – “The Father of GIS” and the transition to computerized geographic information (Photogrammetric Engineering and Remote Sensing).
- Shaw, S., Rodrigues, J. (2006). Geographic Information Systems for Transportation (GIS-T). In Rodrigue, J.-P., Comtois, C., and Slack, B. (Eds.), *The geography of transport systems*. (London. Routledge).
- Sims R., R. Schaeffer, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D'Agosto, D. Dimitriu, . . . Tiwari, G. (2014). Transport. In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel & J. C. Minx (Eds.), *Climate change 2014: Mitigation of Climate Change*.

Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press.

Tristany, M. G., Coelho, J. C. (2003). Breve apresentação e discussão em torno dos Sistemas de Informação Geográfica. ANAIS DO INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA.

w.B.C.S.D. (2021). *Mobilidade 2030: Vencendo os desafios da sustentabilidade.* Genebra: World Business Council for Sustainable Development.

WBSCD (2001). *Mobilidade 2001: uma visão global.* Genebra: World Business Council for Sustainable Development.

Wilbur, M., Ayman, A., Ouyang, A., Poon, V., Kabir, R., Vadali, A., . . . Dubey, A. (2020). Impact of COVID-19 on public transit accessibility and ridership. *arXiv preprint arXiv:2008.02413.*

Worboys, M., and Duckham, M. (2004). GIS: A Computing Perspective (New York: CRC Press).