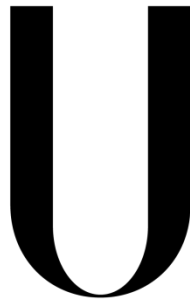


Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



**LISBOA**

---

UNIVERSIDADE  
DE LISBOA

**Acessibilidades em Transporte Público na cidade de Lisboa**

**Érica Susana Fernandes Gouveia**

Dissertação orientada  
pelo Prof. Doutor Nuno Marques da Costa e Prof. Doutor  
Paulo Morgado

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação  
Territorial Aplicados ao Ordenamento

2024

Universidade de Lisboa  
Instituto de Geografia e Ordenamento do Território



## **Acessibilidades em Transporte Público na cidade de Lisboa**

**Érica Susana Fernandes Gouveia**

Dissertação orientada  
pelo Prof. Doutor Nuno Marques da Costa e Prof. Doutor  
Paulo Morgado

Júri:

Presidente: Professora Doutora Patrícia Catarina dos Reis Macedo Abrantes do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa.

Vogais:

- Doutora Ana Isabel Matias Louro Martins do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa.
- Professor Doutor João Alberto Figueira de Sousa da Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa.
- Professor Doutor Paulo Alexandre Morgado Sousa do Instituto de Geografia e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa.

2024

# Índice

|  |      |
|--|------|
| Resumo .....   | VIII |
| Abstract .....   | IX   |
| Agradecimentos .....   | X    |
| Siglas e Acrónimos .....   | XI   |
| Capítulo 1 - Introdução.....                                       | 12   |
| 1.1.    Enquadramento .....  | 12   |
| 1.2.    Objetivos.....   | 13   |
| 1.3.    Estrutura do Trabalho.....                                 | 14   |
| Capítulo 2 – Caracterização do Transporte Público .....            | 15   |
| 2.1.    Breve Introdução.....                                      | 15   |
| 2.2.    O Transporte Público.....                                  | 17   |
| 2.3.    Transporte Ideal .....                                     | 19   |
| Capítulo 3 – Mobilidade e Acessibilidade na cidade de Lisboa ..... | 20   |
| 3.1.    Território .....   | 20   |
| 3.2.    Acessibilidade e Mobilidade .....                          | 21   |
| Capítulo 4 – Organização do Sistema de Transporte .....            | 25   |
| 4.1.    Relação entre a cidade e o transporte.....                 | 25   |
| 4.2.    Caracterização da oferta de Transportes Públicos.....      | 26   |
| 4.2.1. Rodoviário.....   | 27   |
| 4.2.1.1. Carris.....   | 28   |
| 4.2.2. Ferroviário .....   | 31   |
| 4.2.2.1. Metropolitano de Lisboa.....                              | 31   |
| 4.2.2.2. Comboios de Portugal.....                                 | 36   |
| Capítulo 5 – SIG e SIG-T.....                                      | 41   |
| 5.1.    Conceito e evolução dos SIG.....                           | 41   |
| 5.2.    Conceito SIG-T.....  | 42   |
| Capítulo 6 – Análise de Redes.....                                 | 45   |
| 6.1.    Network Analysis.....                                      | 45   |
| 6.1.1. Funções e Fases .....                                       | 47   |
| 6.1.2. GTFS.....   | 48   |
| 6.1.3. Rede Viária.....  | 49   |
| 6.2.    Metodologia.....   | 52   |
| Capítulo 7 – Análise de Resultados .....                           | 56   |
| 8. Considerações Finais .....                                      | 90   |
| Referências Bibliográficas.....                                    | 95   |
| Anexos.....  | 100  |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Sistemas de Transporte Público .....  | 18 |
| Figura 2 - Rede de Transporte da Carris.....   | 30 |
| Figura 3 - Rede de Transportes do Metro.....   | 33 |
| Figura 4 - Tipo de Serviços da CP .....  | 38 |
| Figura 5 - Rede de Transportes da CP.....  | 38 |
| Figura 6 - Conexões da CP com outras redes de transportes.....   | 39 |
| Figura 7 - Elementos dos SIG-T .....   | 43 |
| Figura 8 - Níveis da Rede Viária .....   | 51 |
| Figura 9 - Distribuição das paragens de autocarros da Carris .....   | 57 |
| Figura 10 - Distribuição das entradas nas estações do Metropolitano de Lisboa .....  | 58 |
| Figura 11 - Distribuição das entradas nas estações da CP.....  | 58 |
| Figura 12 - Distribuição do número de passagens diárias nas paragens da Carris .....   | 60 |
| Figura 13 - Distribuição do número de passagens nas estações do Metropolitano de Lisboa .....  | 61 |
| Figura 14 - Distribuição do número de passagens nas estações da CP .....   | 61 |
| Figura 15 - Distribuição do número de destinos nas paragens da Carris.....   | 64 |
| Figura 16 - Distribuição do número de destinos nas estações do Metropolitano de Lisboa .....   | 65 |
| Figura 17 - Distribuição do número de destinos nas estações da CP .....  | 65 |
| Figura 18 - Acessibilidade urbana em Lisboa - Carris .....   | 67 |
| Figura 19 - Acessibilidade urbana em Lisboa - Metropolitano de Lisboa.....   | 67 |
| Figura 20 - Acessibilidade urbana em Lisboa - CP .....   | 68 |
| Figura 21 - Área de Influência de 50m em torno das paragens da Carris.....   | 69 |
| Figura 22 - Área de Influência de 100m em torno das paragens da Carris.....  | 69 |
| Figura 23 - Área de Influência de 150m em torno das paragens da Carris.....  | 70 |
| Figura 24 - Área de Influência de 200m em torno das estações do Metropolitano de Lisboa .....  | 70 |
| Figura 25 - Área de Influência de 400m em torno das estações do Metropolitano de Lisboa .....  | 71 |
| Figura 26 - Área de Influência de 450m em torno das estações da CP.....  | 71 |
| Figura 27 - Área de Influência de 750m em torno das estações da CP.....  | 72 |
| Figura 28 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 50m - Carris .....  | 73 |
| Figura 29 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 50m - Carris.....   | 74 |
| Figura 30 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 50m - Carris ..... | 74 |
| Figura 31 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 100m - Carris ..... | 75 |
| Figura 32 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 100m - Carris..... | 76 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 33 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 100m – Carris.....               | 76  |
| Figura 34 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 150m – Carris .....              | 77  |
| Figura 35 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 150m – Carris .....             | 78  |
| Figura 36 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 150m – Carris.....               | 78  |
| Figura 37 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 200m - ML .....                      | 80  |
| Figura 38 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população adulta numa área de influência de 200m - ML.....                      | 80  |
| Figura 39 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população idosa numa área de influência de 200m – ML.....                       | 81  |
| Figura 40 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 400m – ML.....                       | 82  |
| Figura 41 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população adulta numa área de influência de 400m – ML .....                     | 82  |
| Figura 42 -Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população idosa numa área de influência de 400m – ML.....                        | 83  |
| Figura 43 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 450m – CP.....                     | 84  |
| Figura 44 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 450m – CP .....                   | 85  |
| Figura 45 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população idosa numa área de influência de 450m – CP.....                     | 85  |
| Figura 46 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 750m – CP.....                     | 86  |
| Figura 47 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 750m – CP .....                   | 87  |
| Figura 48 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população idosa numa área de influência de 750m – CP.....                     | 87  |
| Figura 49 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 50m, por quantis – Carris .....  | 100 |
| Figura 50 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 50m, por quantis – Carris.....  | 101 |
| Figura 51 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 50m, por quantis – Carris .....  | 101 |
| Figura 52 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 100m, por quantis – Carris..... | 102 |
| Figura 53 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 100m, por quantis – Carris.....  | 102 |
| Figura 54 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 150m, por quantis – Carris.....  | 103 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 55 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 100m, por quantis – Carris ..... | 103 |
| Figura 56 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 150m, por quantis – Carris ..... | 104 |
| Figura 57 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 150m, por quantis – Carris..... | 104 |
| Figura 58 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população adulta numa área de influência de 200m, por quantis – ML.....         | 105 |
| Figura 59 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 200m, por quantis – ML .....         | 105 |
| Figura 60 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 400m, por quantis – ML .....         | 106 |
| Figura 61 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população idosa numa área de influência de 200m, por quantis – ML.....          | 106 |
| Figura 62 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população idosa numa área de influência de 400m, por quantis – ML.....          | 107 |
| Figura 63 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população adulta numa área de influência de 400m, por quantis – ML.....         | 107 |
| Figura 64 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 450m, por quantis – CP .....      | 108 |
| Figura 65 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 450m, por quantis – CP .....       | 108 |
| Figura 66 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 750m, por quantis – CP .....       | 109 |
| Figura 67 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população idosa numa área de influência de 450m, por quantis – CP.....        | 109 |
| Figura 68 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 750m, por quantis – CP .....      | 110 |
| Figura 69 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 750m, por quantis – CP .....      | 110 |

## **Índice de Tabelas**

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 –Dias Úteis entre o Rato e Entrecampos .....          | 34 |
| Tabela 2 - Fim-de-Semana entre o Campo Grande e Odivelas ..... | 34 |
| Tabela 3 – Linha Azul, Dias Úteis.....                         | 34 |
| Tabela 4 – Linha Azul, Fim-de-Semana e Feriados .....          | 34 |
| Tabela 5 - Linha Verde, Dias Úteis .....                       | 35 |
| Tabela 6 - Linha Verde, Fim-de-Semana e Feriados .....         | 35 |
| Tabela 7 - Linha Vermelha, Dias Úteis.....                     | 35 |
| Tabela 8 - Linha Vermelha, Fim-de-Semana e Feriados .....      | 35 |
| Tabela 9 – GTFS .....  | 49 |

## Declaração de Autoria

Eu, Érica Susana Fernandes Gouveia, declaro que a presente dissertação de mestrado intitulada “*Acessibilidades em Transporte Público na cidade de Lisboa*”, é o resultado da minha investigação pessoal e independente. O conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas na bibliografia ou outras listagens de fontes documentais, tal como todas as citações diretas ou indiretas têm devida indicação ao longo do trabalho segundo as normas académicas.

## Resumo

Desde a Revolução Industrial que diversas transformações significativas têm afetado as infraestruturas, equipamentos e tecnologias de transporte. Estas mudanças têm resultado em alterações no território, que culminam na redução dos tempos de deslocação entre dois pontos, bem como dos custos associados.

Por consequência de todas as alterações realizadas, a organização da rede de transportes públicos tornou-se numa função complexa. As necessidades estão em constante crescimento e é crucial que sejam atendidas de forma eficiente. Nesse contexto, a implementação dos SIG na gestão do transporte público assume um papel fundamental em matéria de planeamento e ordenamento do território.

A mobilidade urbana em Lisboa enfrenta desafios significativos, independentemente do modo de transporte predominante são notáveis a ausência de uma visão holística do sistema de transporte e a falta de uma proposta coerente de intervenção.

A igualdade de acesso à mobilidade é uma preocupação crucial no contexto da equidade social, o transporte público deve ser prontamente acessível a todos os estratos da sociedade. Existem disparidades na mobilidade que têm instigado a necessidade urgente de estabelecer políticas públicas que privilegiem o desenvolvimento da acessibilidade e da mobilidade para os grupos menos privilegiados. Um sistema de transporte demonstra a sua equidade quando oferece um nível apropriado de acessibilidade em diversas situações, a nível de autonomia e liberdade, bem como, na disponibilidade de oportunidades de emprego, saúde, educação, serviços sociais, mercados e muito mais.

Com o intuito de atender às necessidades da cidade de Lisboa, esta dissertação tem como objetivo, identificar as áreas mais e menos acessíveis por transporte público. Além disso, busca-se uma análise mais detalhada da acessibilidade aos transportes públicos nos três grupos etários. Para responder a estes objetivos foi utilizado a *Network Analysis* que desempenha um papel crucial na criação e análise de rede de transportes.

**Palavras-Chave:** Acessibilidade; Mobilidade; Transporte Público; SIG; Análise de Redes

## Abstract

Since the Industrial Revolution, several significant transformations have affected transportation infrastructures, equipment and technologies. These changes have resulted in changes in the territory, which culminate in a reduction in travelling times between two points, as well as the associated costs.

As a result of changes that have taken place, the organization of the public transport network has become a complex function. The needs are constantly growing and it is crucial that they are met efficiently. In this context, the implementation of GIS in public transport management plays a fundamental role in terms of spatial planning.

Urban mobility in Lisbon faces significant challenges. Regardless the predominant means of transport, the lack of a holistic vision of the transport system and the lack of a coherent intervention proposal.

Equal access to mobility is a crucial concern in the context of social equity, public transport should be accessible to all strata of society. There are disparities in mobility that have instigated the urgent need to establish public policies that prioritize the development of accessibility and mobility for less privileged groups. A transportation system shows its equity when it offers an appropriate level of accessibility in a variety of situations, in terms of autonomy and freedom, as well as in the availability of employment opportunities, health, education, social services, markets and much more.

To meet the needs of the city of Lisbon, the present dissertation aims to identify the areas most and least accessible by public transport. In addition, it seeks a more detailed analysis of accessibility to public transport for the three age groups. To meet these objectives, Network Analysis was used, which plays a crucial role in the creation and analysis of transport networks.

**Key Words:** Accessibility; Mobility; Public Transport; GIS; Network Analyst

## **Agradecimentos**

Um muito obrigado aos meus orientadores, Professor Doutor Nuno Marques da Costa e Professor Doutor Paulo Morgado, pela orientação, disponibilidade e sabedoria transmitida ao longo deste trabalho.

À minha família, em particular aos meus pais, que me apoiaram incondicionalmente e permitiram que todo este percurso fosse possível.

Ao meu namorado, pela motivação, apoio, paciência e por estar sempre ao meu lado.

A todos os meus amigos, em especial ao Daniel e ao João, que me acompanharam e ajudaram ao longo destes anos de faculdade.

E a todos os que contribuíram para que completasse esta etapa muito importante na minha vida.

## **Siglas e Acrónimos**

AML – Área Metropolitana de Lisboa

AMP – Área Metropolitana do Porto

CBTC – Communication-Based Train Control

CP – Comboios de Portugal

EMEF – Empresa de Manutenção de Equipamento Ferroviário

GTFS – General Transit Feed Specification

IMTT – Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres

INE – Instituto Nacional de Estatística

ML – Metropolitano de Lisboa

PMR – Passageiros de Mobilidade Reduzida

SIG – Sistemas de Informação Geográfica

SIG-T – Sistemas de Informação Geográfica para Transportes

VRP – Vehicle Routing Problem

## Capítulo 1 - Introdução

### 1.1. Enquadramento

Nas últimas décadas, o setor dos transportes passou por transformações significativas. Segundo Costa *et al.* (2021) a expansão da rede viária foi impulsionada por investimentos substanciais, tanto por parte do Governo como por meio de parcerias público-privadas e concessões. Entretanto, a rede ferroviária foi sendo gradualmente desativada em muitos troços, levando a uma considerável diminuição na sua rede e qualidade.

Durante os anos de 1990 e 2000, observou-se um investimento apenas no setor rodoviário, mas num contexto mais recente, em 2020, houve um aumento significativo nos investimentos mais direcionados para o sistema ferroviário, que havia sido negligenciado ao longo dos últimos 50 anos.

A ligação entre a cidade e os sistemas de transportes é intrinsecamente complexa e paradoxal. Efetivamente, se considerarmos a cidade como um aglomerado, é possível demonstrar que os avanços nas condições de mobilidade e acessibilidade parecem desafiar a coerência da sua construção, uma vez que frequentemente resultam no afastamento entre as várias áreas onde a população realiza as suas atividades diárias.

A cidade e os transportes têm evoluído em conjunto, acompanhando a evolução da população, através de um desenvolvimento tecnológico que corresponde às necessidades da população no seu dia-a-dia, com o intuito de melhorar as condições de mobilidade e acessibilidade.

Além disso, embora a cidade seja um espaço crucial para a circulação de pessoas, bens e serviços, o tráfego relacionado com o uso excessivo do automóvel, aumenta a distância-tempo entre a origem e o destino. Apesar das oportunidades existentes nas cidades, a sua especulação em torno das condições de acessibilidade, contribui para a segregação no seu acesso.

A acessibilidade representa um dos elementos fundamentais proporcionados pelos sistemas de transportes, o que justifica assim uma análise mais pormenorizada nesta dissertação dos níveis de acessibilidade proporcionados pelos sistemas de transporte rodoviário e ferroviário, operados pela Carris, Metropolitano de Lisboa e CP.

Os níveis de acessibilidade são analisados através do Índice de Acessibilidade, que consiste na relação entre o número de carreiras e a frequência, variáveis fundamentais para a avaliação e gestão do sistema de transportes públicos em áreas urbanas. Num contexto urbano, é de realçar a função habitacional como consumidora predominante de solo urbano e geradora de grande fluxo de pessoas, assim sendo, a interligação das frequências e das carreiras desempenha um papel fundamental na determinação da acessibilidade, eficiência operacional e satisfação dos residentes, logo a adequada articulação entre o número de carreiras e frequências permite uma análise mais detalhada da cobertura da rede de transporte e uma compreensão e gestão integrada para promover um sistema de transporte público mais acessível, eficiente e sustentável na cidade.

## 1.2. Objetivos

Esta dissertação analisa uma das principais questões que afetam a cidade de Lisboa, relacionada com a mobilidade e acessibilidade da população aos meios de transporte disponíveis. Apesar de Lisboa contar com uma extensa rede de transportes, não é capaz de atender plenamente às necessidades de todos os seus habitantes, o que nos conduz aos dois principais objetivos delineados nesta tese.

O primeiro objetivo passa por determinar as áreas mais e menos acessíveis por transporte público, na cidade de Lisboa, tendo por base os dados GTFS da Transporlis. A fim de atender a este objetivo, foi fundamental utilizar a *Network Analysis* no ArcGis Pro, mais precisamente *Service Area* ou área de influência, com o intuito de indicar as áreas que podem ser atingidas com o custo definido, neste caso a distância.

O segundo objetivo pretende analisar as acessibilidades aos transportes públicos dos três grupos etários – a população dos 0 aos 14 anos, dos 15 aos 64 anos e  $\geq 65$  anos – que foi possível mediante a utilização das ruas e paragens disponibilizadas pela Transporlis, juntamente com a BGRI disponibilizada pelo INE. Como resultado, foi desenvolvido um Índice de Acessibilidade, resultante da ponderação da frequência e do número de linhas/carreiras em cada ponto, que no fim foi cruzado com as características sociodemográficas.

### 1.3. Estrutura do Trabalho

A dissertação está organizada em sete capítulos, além dos três pontos finais relativos às considerações finais, referências bibliográficas e anexos. No primeiro capítulo, relativo à Introdução, apresenta-se um enquadramento do tema, o objetivo do trabalho, bem como a sua estrutura.

O segundo capítulo - Caracterização do Transporte Público - contém uma breve introdução ao transporte público, a sua história, função e evolução. Define-se transporte público e os seus quatro sistemas - rodoviário, ferroviário, fluvial e automáticos -, como também o conceito de Transporte Ideal.

No terceiro capítulo - Mobilidade e Acessibilidade na cidade de Lisboa - é feita uma caracterização do território e da população, são apresentados os conceitos de acessibilidade e mobilidade, bem como a forma como estes se complementam.

O quarto capítulo - Organização do Sistema de Transporte - mostra a relação entre a cidade e o transporte, o papel dos transportes para o desenvolvimento dos espaços urbanos, a oferta de transportes públicos na AML, bem como a caracterização dos operadores de transporte analisados neste trabalho - a Carris, o Metropolitano de Lisboa e a CP (Comboios de Portugal).

No quinto capítulo - SIG e SIG-T - é onde começa a ligação à prática, o conceito e a evolução dos Sistemas de Informação Geográfica, bem como o aparecimento dos Sistemas de Informação Geográfica para Transportes.

No sexto capítulo - Análise de Redes - é abordado o conceito de *Network Analysis*, as suas funcionalidades, etapas, bem como a explicação das variáveis utilizadas, os GTFS e a rede viária. Conta também com a metodologia, onde é descrito todo o processo prático desta dissertação, os métodos e linguagens utilizadas

No sétimo e último capítulo - Análise de Resultados - são caracterizadas todas as variáveis e analisados todos os procedimentos, fórmulas e respetivos mapas.

## Capítulo 2 – Caracterização do Transporte Público

### 2.1. Breve Introdução

Para garantir um bom funcionamento das cidades, é imperativo que os cidadãos se possam deslocar com facilidade. Dadas as inúmeras atrações económicas, sociais e culturais que as grandes cidades oferecem, é vital considerar estas áreas de elevada densidade populacional e assegurar que a mobilidade ocorra de forma eficiente, tendo em consideração a eficiência energética, a redução da emissão de gases poluentes e o uso responsável do espaço urbano.

No final do século XIX ocorreram os primeiros planos para os sistemas de transporte público, atualmente, com o crescimento populacional, *“(...) pressão urbanística e dispersão dos focos de atividades geradoras de riqueza na AML e AMP, as redes de transporte público urbano e suburbano continuam a fazer parte da equação que torna possível a vida das cidades modernas.”* (Cruz, 2005, p.75). Com este crescimento populacional, seria de esperar que a população adotasse meios de transporte mais adequados, esta decisão deriva da *“(...) acessibilidade na perspetiva do viajante (custos, trajetos, horários, formas de manejo/condução, limites legais ao uso) e dos requisitos culturais e sociais por este colocados (relações com os outros, valores, velocidade, conforto, etc).”* (Cruz, 2005, p.75), o que torna cada vez mais complicado planear uma rede de transporte público, sendo necessário recorrer progressivamente à utilização dos SIG na elaboração e administração dos transportes públicos.

À medida que a população aumenta, é imprescindível que ocorra também uma evolução no sistema de transportes públicos, de modo a atender às novas necessidades que surgem, assim sendo, segundo Lopes (2013, p.24), é necessário ter em conta:

- *“A tipologia da procura: porque os padrões de usos de solo, da procura e da população alteram-se ao nível da quantidade, assim como na sua distribuição espacial;*
- *A tecnologia utilizada: que permite um aumento das alternativas na mobilidade;*
- *As políticas operacionais: fomentar políticas de interoperabilidade.”*

A movimentação em áreas urbanas decorre da realização de diversas atividades, tais como, o emprego, compra e utilização de produtos e serviços, entretenimento, interação social, entre outras atividades com um papel fundamental na economia da cidade, incluindo o transporte de mercadorias, obtenção e distribuição de correspondência ou a gestão de resíduos. A evolução do sistema de transporte é fundamental para o desenvolvimento das ligações sociais e comerciais, permitindo a mobilidade de indivíduos e mercadorias.

Segundo Marques da Costa (2007), os trajetos relacionados com o emprego são menos padronizados, apesar das zonas que originam estas deslocações seguirem o padrão de distribuição e localização de emprego na cidade. Relativamente aos trajetos relacionados com a obtenção de bens e serviços são menos frequentes, no que se refere à dimensão temporal e espacial, no entanto, esses trajetos são capazes de gerar um elevado número de fluxos nos centros comerciais e com maior periodicidade em hospitais/clínicas/centros de saúde, onde as deslocações estão dependentes de horários fixos.

Para atender a estas preocupações, o planeamento de transportes procura definir estratégias que transcendam as medidas tradicionais da mobilidade, uma vez que estas se concentram unicamente na fluidez do movimento. Medidas que analisam o sistema de transporte e o uso do solo, do ponto de vista do passageiro, se enquadram em métricas gerais da acessibilidade, as quais avaliam a facilidade de integração e superam as medidas de mobilidade. Isso tornou-se imperativo, face ao crescente tráfego e poluição atmosférica e recursos financeiros limitados. Consequentemente, os planeadores têm de aplicar abordagens ágeis e precisas para avaliar a eficácia de projetos de transportes alternativos.

## 2.2. O Transporte Público

O Transporte Público, segundo Dziekan (2008), é um serviço de transporte de passageiros acessível a toda a população. Pode ser efetuado com veículos rodoviários (autocarros), ferroviários (elétricos, comboios, metro) ou aquático (ferries). Estes podem ser locais, regionais e inter-regionais e apresentam condições como horários, trajetos e preços definidos

Com o decorrer do tempo, o transporte público urbano foi sendo alterado consoante os diferentes modos que marcaram cada era. Em Lisboa, desde a “(...) *carruagem de tração animal, o Tram (com tração animal ou elétrica), o Trolley, o autocarro a motor e finalmente o metro.*” (Lousa, 2012, p.20), era perceptível que o êxito de cada novo meio estava intrinsecamente ligado com as tarifas mais acessíveis e com um serviço mais transparente, cómodo e seguro.

A transição do Trolley para o autocarro foi um procedimento longo, devido aos problemas relacionados com a carroçaria, motor e pneus. A partir da década de 1950, com os avanços técnicos, observou-se uma notável diminuição nas despesas de manutenção, um crescimento na produtividade e uma diminuição progressiva nos preços do petróleo, o que posicionou este meio de transporte como uma das opções mais vantajosas. Em determinadas cidades, o metro foi eleito como uma solução para lidar com o tráfego nas estradas e a conseqüente demanda em conceber “(...) *corredores de transporte dedicados em zonas onde a densidade de construção impedia a utilização do comboio de superfície.*” (Lousa, 2012, p.20).

Segundo o IMTT, o transporte público coletivo apresenta quatro sistemas:

|  |  |  |
|--|--|--|
| Sistemas rodoviários   | • Convencional   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• em sítio banal;</li> <li>• em sítio próprio (ou via reservada).</li> </ul>  |
|  | • Guiado   |  |
| Sistemas ferroviários  | • Subterrâneo  | • metro  |
|  | • À superfície   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• comboio;</li> <li>• tram-train;</li> <li>• metro ligeiro (de superfície);</li> <li>• eléctrico;</li> <li>• monocarril.</li> </ul> |
| Sistemas Fluviais  | • À superfície, em sítio banal.  |  |
| Sistemas automáticos<br>(sem presença humana na condução do veículo) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metro automático</li> <li>• Automated People Mover</li> </ul> |  |
|  | • Sistema de curta a média distância   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• escada ou tapete rolante;</li> <li>• telecabine.</li> </ul>   |

Adaptado da fonte: "Les modes de transports urbain" – CERTU, França

Figura 1 - Sistemas de Transporte Público

Fonte: IMTT (2011a)

Os transportes públicos são também definidos consoante o "(...) *intervalo de passagem (expresso em minutos) ou frequência horária (número de unidades a circular por hora, fora ou dentro da hora de ponta); número de passageiros transportados por hora, sentido, dia (da semana ou fim de semana, período diurno, período nocturno) ou ano; velocidade máxima de circulação; velocidade comercial: velocidade que resulta da relação entre a distância percorrida e a duração total do percurso, tendo em consideração os tempos nas paragens, filas de trânsito, intersecções ou outros impedimentos; Outros (distância entre paragens, topografia, geometria de traçado)*" (IMTT, 2011a, p.18).

No processo de escolha do meio de transporte público, é necessário ter em conta a interconexão entre os diferentes modos, a disponibilidade do serviço em termos de localização e horários, a acessibilidade e comodidade para o passageiro, o custo do transporte, as vantagens proporcionadas, a integração urbana, bem como as questões ambientais. Fatores como a comodidade, prontidão e segurança são particularidades que influenciam a escolha dos passageiros, principalmente no momento de decisão entre o transporte público e/ou privado. Desta forma, em certas áreas urbanas, com o objetivo de impulsionar o uso do transporte público, estão a expandir a rede de transporte, a melhorar a frota e a atuar num local reservado, de modo a aumentar a velocidade e a integridade do serviço.

### 2.3. Transporte Ideal

Segundo Marques da Costa em 2007 (p.40), o transporte ideal seria “imediatamente, gratuito, ilimitado em termos de capacidade e sempre disponível”, o que compreende questões relacionadas com o sistema de transporte urbano, “(...) o tempo, o custo, a capacidade e a disponibilidade.”.

Estes quatro pontos são fundamentais para o bom funcionamento de um sistema de transporte, ou seja, para que o transporte seja ideal. Assim sendo, o tempo, é o primeiro e um dos principais objetivos do transporte, uma vez que, planeamos atravessar um local num intervalo de tempo considerável, idealmente o mais breve possível.

Relativamente ao custo, há obviamente um custo associado à deslocação e à sua distância, o que contribui para o entendimento da disparidade espacial. Se o transporte fosse gratuito, o espaço seria, uma vez mais, indefinido, contudo, há locais onde o transporte é gratuito, porém a disparidade espacial não está apenas relacionada com o custo do transporte, mas também com a configuração da rede e o nível de serviço.

A capacidade do transporte é um obstáculo resultante da capacidade limitada dos transportes, é caracterizada pelo número de viajantes ou mercadorias que é possível transportar num intervalo de tempo estipulado. No que se refere à disponibilidade, as restrições surgem das despesas operacionais relacionadas com a prestação de altas frequências.

Além de imediato, gratuito, ilimitado e disponível, o transporte ideal requer ser, “(...) ambientalmente neutro, ou seja, limpo, não apresentando emissões poluentes, como o dióxido e o monóxido de carbono, os óxidos de azoto, o chumbo, o benzeno ou a emissão de partículas” (Marques da Costa, 2007, p.42) e também não deve utilizar energias não renováveis, isto é, representaria uma excelente resposta aos termos de prestação de serviços.

## Capítulo 3 – Mobilidade e Acessibilidade na cidade de Lisboa

### 3.1. Território

A cidade de Lisboa, capital de Portugal, inserida na Área Metropolitana de Lisboa, apresenta uma área de 100,05 km<sup>2</sup> e um total de 545 796 habitantes, onde 254 179 são homens e 291 617, mulheres, a que corresponde uma densidade média de 5455,2 habitantes por km<sup>2</sup> (INE, 2021).

O envelhecimento populacional e as variações demográficas existentes geraram um aumento da esperança média de vida e uma diminuição da fecundidade, *“Esta tipificação indicia a existência de processos de reconfiguração territorial que se revelam importantes para a procura de transporte, uma vez que a vitalidade demográfica dos centros urbanos e dos seus territórios de influência não só condicionam o volume de procura de transporte, como a estrutura dessa procura, traduzidos na frequência, nos momentos de procura ou na definição das linhas de desejo de deslocação.”* (Marques da Costa, 2007, p.314). Isto é, a população idosa irá diminuir o uso do transporte individual, optando por efetuar viagens curtas a pé e as restantes por transporte público, assim sendo, é necessário ajustar as redes de transporte público e pedonais. (Câmara Municipal de Lisboa, 2005)

A cidade de Lisboa está numa posição vantajosa quanto ao transporte marítimo, em função da entrada e defesa proporcionadas pelo Estuário do Tejo, bem como pela sua localização entre os continentes europeu, americano e africano. É o núcleo principal que conquista e gera um elevado número de deslocações metropolitanas.

Contudo, os significativos problemas de mobilidade em Lisboa prejudicam o bem-estar da população, *“A expansão urbanística decorrente das migrações, verificada nas últimas décadas, ... tem vindo a agravar os problemas da mobilidade, com reflexos negativos na qualidade de vida de todos quantos residem, trabalham ou visitam o território da Área Metropolitana de Lisboa”* (Covas, 2010, p.12). Desta forma, a mobilidade e os transportes são considerados deficitários, as infraestruturas dos transportes não têm em conta as consequências urbanísticas e os planos de urbanização não dão importância aos estudos de mobilidade, o que leva a elevadas concentrações urbanas em redor dos principais nós de transporte. (Pimenta, 2013).

### 3.2. Acessibilidade e Mobilidade

A forma como a avaliação da acessibilidade e da mobilidade dos transportes é realizada, influencia diretamente os valores atribuídos aos diversos modos de transporte, uma vez que desempenham funções distintas ao proporcionar mobilidade e da acessibilidade. Isto é, na mobilidade é estudada a aptidão do movimento, através da capacidade do serviço de transporte, as características da rede viária e a sua velocidade, enquanto, na acessibilidade é analisada a capacidade de interação, através da distribuição espacial dos destinos e facilidade de alcançá-los (Bhat *et. al*, 2002).

A acessibilidade e a mobilidade são afetadas pela distância e pela capacidade do transporte, como mencionado anteriormente. Os modos de deslocação não motorizados, geralmente se destinam a distâncias mais curtas e os motorizados a distâncias mais longas. Dessa forma, a relação entre a acessibilidade e a mobilidade é substancial, visto que, conforme a especialização funcional cresce, as distâncias entre as diversas atividades também crescem, os aprimoramentos das condições de acessibilidade passam a derivar, progressivamente, do crescimento na capacidade de deslocação individual, particularmente pelo modo motorizado, no seu veículo individual. (Marques da Costa, 2007).

Em certos estudos de mobilidade, apenas o principal modo é utilizado para análise e alguns contam apenas viagens pendulares ou em períodos de ponta. Assim sendo, subestimam-se viagens mais curtas, nomeadamente as deslocações a pé quando nos dirigimos para um transporte público, as viagens realizadas fora dos períodos de ponta, viagens não profissionais, viagens de crianças e viagens recreativas. Por exemplo, a maioria dos estudos não contaria uma viagem a pé desde o estacionamento até ao local de trabalho ou uma caminhada até ao restaurante durante a pausa do almoço. Se uma pessoa pedala 10 minutos até uma paragem de autocarro, anda de autocarro por 5 minutos e caminha mais 5 minutos até um destino, essa viagem de bicicleta – autocarro - a pé, geralmente é codificada, simplesmente, como uma viagem de transporte público, mesmo que as ligações não motorizadas levem mais tempo que a deslocação motorizada.

O sistema de transportes é um componente decisivo para caracterizar a acessibilidade, uma vez que, a acessibilidade mede a capacidade de alcançar certos bens, serviços, locais ou atividades no território a partir desse mesmo sistema. *“À medida que o movimento se torna mais fácil, mais barato ou menos demorado, a acessibilidade aumenta, e com ela a propensão à deslocação, aumentando, desta forma, a capacidade potencial de interação entre lugares.”* (Marques da Costa, 2007, p.43).

Sucedem diversos níveis de acessibilidade, que têm por base duas componentes, *“Localização: refere-se à posição dos diferentes locais em relação à infraestrutura de transportes; Distância: é derivada da conectividade entre dois locais.”* (Silva, 2006, p.72), conectividade esta que só ocorre quando existe uma conexão entre dois lugares pelo sistema de transportes. É possível identificar a acessibilidade consoante a perspetiva da rede e da deslocação, probabilidade de um local ser atingido e após este alcance, analisar a sua capacidade de execução, tendo por base a sua duração ou valor, respetivamente. Representa um parâmetro que define qualquer local, rede e sistema de transportes ao longo do território, visto que, possibilitam a sua fácil ou difícil circulação no espaço. A avaliação desta acessibilidade num meio urbano representa a capacidade e competência funcional da cidade, pois consiste numa particularidade significativa para a *“(…) competitividade e desenvolvimento regional, e um elemento central a integrar nas políticas de ordenamento do território.”* (Silva, 2006, p.72). Caracteriza assim a qualidade de vida da população, dado que para possuir bens, serviços, saúde, emprego, educação e vida social é necessário se deslocar na cidade, *“Enquanto parte dos indivíduos podem escolher de maneira livre seus padrões de deslocação, grande parte da população tem uma realidade mais restrita e condicionada nos seus padrões de mobilidade.”* (Amorim, 2019, p.12).

Há mais um aspeto importante a ser considerado em relação à acessibilidade, o Uso do Solo. Os diferentes padrões de uso do solo impactam diferentes tipos de acessibilidade, uma vez que, a distribuição dos destinos, o *mix* de uso do solo, conectividade da rede e condições de caminhada, influenciam o comportamento do sistema de transporte, sendo a localização ideal para as instalações públicas, uma combinação de proximidade, acessos rodoviários, serviços de transporte e caminhabilidade.

O padrão de utilização do uso do solo afeta a mobilidade e a acessibilidade de diversos modos, desde a Densidade – onde o número de empregos por área aumenta a proximidade de destinos comuns e o número de pessoas que utiliza cada modalidade, aumentando assim as caminhadas, uso de bicicleta e do transporte público; *Mix* Uso do Solo – ao localizar os diferentes tipos de atividades próximas, como lojas e escolas dentro de bairros residenciais, reduz a quantidade de viagens equiparadas para alcançar atividades comuns; Condições das deslocações não motorizadas – a existência e a qualidade das instalações para andar a pé ou de bicicleta podem ter um efeito importante na acessibilidade; Conetividade da Rede – mais vias ou trajetos que liguem uma área geográfica a outra, permite viagens mais diretas e mais rápidas.

A Acessibilidade pode ser avaliada em diferentes escalas geográficas, numa maior escala, que é afetada pela qualidade das condições dos pedestres e agrupamento de atividades dentro de um local (centro comercial, por exemplo); ao nível de bairro, pela qualidade das calçadas e instalações para ciclistas, conetividade das ruas e densidade geográfica; a nível regional, pela conetividade das ruas, pelo serviço de transporte público e densidade geográfica; a nível inter-regional refere-se à qualidade das rodovias, serviço aéreo, autocarro, comboio e marítimo para outras regiões.

Também pode ser considerada com base no tempo, dinheiro, desconforto e risco necessário para alcançar as oportunidades, ou seja, é difícil de medir porque pode ser afetado por diversos fatores, como por exemplo, o acesso ao emprego é afetado pela localização dos postos de trabalho, pela qualidade e custo das opções de viagem para chegar ao local de trabalho e pela viabilidade do teletrabalho. Os modelos de viagem baseados na atividade e os modelos integrados de transporte/uso do solo são os mais adequados para quantificar a acessibilidade.

Segundo Marques da Costa (2007), a Mobilidade refere-se à capacidade de movimentar pessoas e mercadorias, de um local para outro, utilizando diferentes opções de transporte. Embora a distância, a rede hidrográfica, o relevo e as condições meteorológicas representem barreiras à mobilidade, esses consistem num atrito natural do espaço que provém da não disponibilidade de serviços de transporte, do custo de deslocação e da não adequação das condições do serviço às necessidades individuais, nomeadamente as adaptadas a cidadãos com maiores limitações de deslocação.

É possível avaliar a mobilidade pela quantidade de viagens efetuadas por uma pessoa, num intervalo de tempo definido, a qual é influenciada pelo alcance dos diversos meios de transporte disponíveis e pela sua localização na rede de transportes, onde a sua evolução leva à diminuição da duração das viagens, promovendo uma mudança na associação entre o espaço e o tempo.

De acordo com Litman (2009), a mobilidade pode ser abordada consoante a perspetiva do modo de transporte, onde os automóveis são considerados importantes mas são mais valorizadas as deslocações a pé, de bicicleta e/ou a partilha de viagens, justificando assim que parte do financiamento para os automóveis sejam direcionados também para melhorar essas deslocações, ou seja, suporta uma visão integrada do sistema de transporte, com atenção às conexões intermodais e na perspetiva do uso do solo, onde um acesso apropriado à rodovia e ao estacionamento são importantes, mas a disponibilidade para andar a pé ou em partilhar viagens de carro também são desejáveis, em áreas onde a densidade demográfica concentra um grande número de passageiros.

A Mobilidade pode ser avaliada pela quantidade de viagens efetuadas por uma pessoa, num intervalo de tempo definido, através de inquéritos de viagem para quantificar quilómetros, velocidades de viagem e dados de trânsito, isto é, quantificar as velocidades médias dos automóveis. Esta mobilidade pode ser influenciada pelo alcance dos diversos meios de transporte disponíveis e pela localização na rede de transportes, onde a sua evolução leva à diminuição da duração das viagens, promovendo uma mudança na associação entre o espaço e o tempo.

## Capítulo 4 – Organização do Sistema de Transporte

### 4.1. Relação entre a cidade e o transporte

O transporte é um serviço essencial para a cidade, segundo Marques da Costa (2007), distingue-se dos demais serviços, uma vez que é parte integrante da cidade, responsável pela ocupação de uma grande parcela do espaço urbano e pelo consumo do tempo da população.

A evolução do sistema de transporte foi crucial para o desenvolvimento dos espaços urbanos, uma vez que *“Um transporte urbano mais eficiente permitirá às cidades garantir uma melhor acessibilidade aos vários serviços.”* (Murad, 2021, p.12). Foi distinguida a relevância do transporte público, ao solucionar os períodos de maior afluência, apontando a urgência em monitorizar o crescimento do trânsito de veículos e de promover o investimento em infraestruturas de mobilidade urbana.

Segundo Silva (2006), o transporte público é visto como um recurso para melhorar a mobilidade de um modo sustentável e competitivo, reduzindo a pressão sobre as infraestruturas. Apesar de possuírem uma função relevante para facilitar o acesso ao centro das cidades, são menos eficientes do que os carros particulares, para se deslocar nas áreas periféricas, devido à incomplexidade na circulação e estacionamento nessas regiões.

A fim de estabelecer um sistema eficiente de transporte público, é essencial equilibrar a oferta e a procura. A área central das cidades mantém a posição de maior conectividade e centralidade dentro da rede de transportes, já que a organização espacial das áreas urbanas segue uma hierarquia em termos de centralidade, gerando diferentes níveis de atração em diferentes momentos. Os transportes possuem uma forte componente espacial, uma vez que toda a sua ação se baseia nas deslocamentos entre pontos no território, e é lá que também se localizam as infraestruturas e equipamentos de apoio. Os SIG vieram contribuir para uma análise mais detalhada dos impactos e para a criação de metodologias específicas neste setor.

De acordo com Marques da Costa (2007), o transporte público pode ser definido segundo três características: como o espaço é utilizado na sua operação, a tecnologia utilizada e o tipo de serviço prestado. Para o sistema de transporte público evoluir, é imprescindível implementar um sistema mais integrado e confiável, que disponha de uma oferta multimodal, utilizando modos de transporte apropriados para diferentes condições de procura, conquistando assim a população. Se a adesão ao transporte público aumentar é mais viável alcançar objetivos como a diminuição do uso de transportes particulares e do transporte público, bem como, o aumento da segurança e da eficiência energética.

## **4.2. Caracterização da oferta de Transportes Públicos**

Na Área Metropolitana de Lisboa, encontram-se três modos de transporte, o rodoviário com grande capacidade de adaptação, o ferroviário com uma baixa capacidade de adaptação devido ao uso de infraestruturas específicas e por fim, o fluvial com uma capacidade de adaptação média, todos estão distribuídos de acordo com as características geográficas, a ocupação territorial e a sua habilidade em se ajustar às novas necessidades.

Segundo Cruz em 2005, dispomos de cinco linhas ferroviárias suburbanas definidas radialmente, onde cada uma delas tem um ponto inicial numa região periférica e é estendida até uma zona central.

A linha de Sintra, a linha de Cascais e a linha da Azambuja e Cintura estão a norte do Tejo, enquanto a linha do Sado e a linha do Sul encontram-se na margem esquerda, este sistema de linhas é usado para o transporte rápido de grandes quantidades de pessoas entre a periferia e o centro da AML.

O sistema de transporte público da AML opera como um conjunto de redes independentes que compartilham o mesmo território, mas não funcionam de maneira sistematizada ou integrada. As empresas de transporte público organizam os seus serviços de acordo com a sua conveniência, dentro dos limites estabelecidos pelas autoridades governamentais responsáveis pela supervisão, bem como pelas autoridades municipais das áreas que as rotas passam.

Neste trabalho, as operadoras dos sistemas de transportes públicos estudadas serão, a Carris, empresa que opera os serviços de autocarros urbanos dentro do concelho de Lisboa, algumas carreiras estendem-se até freguesias de concelhos vizinhos, desempenhando um papel importante como corredores de

entrada para diversos passageiros circundantes ao concelho de Lisboa. Além dos autocarros, a Carris também opera a nível de elétricos e elevadores/ascensores; a CP, empresa pública responsável pela operação de serviços de transportes de passageiros em várias linhas ferroviárias, nomeadamente a Linha de Cascais, de Sintra, da Azambuja e do Sado, na Linha de Cintura, a CP compartilha a infraestrutura com a Fertagus, num curto trecho composto por três estações; por fim, temos o Metropolitano de Lisboa, empresa responsável pela operação de transporte de passageiros utilizando comboios metropolitanos, além disso, também tem a incumbência de construir, manter e explorar a infraestrutura ferroviária que utiliza para prestar os seus serviços.

#### 4.2.1. Rodoviário

O serviço de transporte público rodoviário na AML desempenha três funções: *“(...) Ligação entre localidades e sítios na coroa periférica da AML; ... Ligação entre locais da coroa periférica da AML e a cidade de Lisboa; ... Distribuição fina dos viajantes dentro da cidade de Lisboa.”* (Cruz, 2005, p.79), é o modo que conta com a maior quantidade de empresas de transporte de passageiros atuando na área.

Existem fraquezas na oferta deste modo de transporte, como, regiões altamente urbanizadas que não contam com grandes capacidades no sistema de transporte público; a oferta de transporte extremamente limitada em algumas rotas; falta de coordenação eficaz entre os serviços de transporte, dificultando uma rede mais eficiente; áreas de baixa densidade populacional com demanda suficiente para justificar a conceção de serviços de transporte flexível.

Operar com autocarros oferece uma flexibilidade considerável no que diz respeito à capacidade de transporte. Segundo Marques da Costa em 2007 (p.204), *“(...) A utilização de veículos com capacidade para transportar 80 passageiros permite assegurar uma capacidade de transporte de 10 000 passageiros por hora e sentido, para uma frequência de dois autocarros por minuto, enquanto que a utilização de uma unidade de 120 passageiros permite o transporte de 15 000 passageiros mantendo a mesma frequência.”*

Ao comparar os diversos modos de transporte, os autocarros destacam-se como os mais versáteis. Isto ocorre devido à sua fácil adaptação a mudanças de itinerários, à capacidade de conceber diferentes tipos de serviços e à possibilidade de utilizar veículos de várias capacidades, de acordo com as demandas específicas.

#### 4.2.1.1. Carris

A Companhia Carris de Ferro de Lisboa foi fundada a 18 de setembro de 1872, no Rio de Janeiro, com o intuito de empreender um sistema de transporte americano, com carruagens puxadas por animais sobre carris. Foi em maio de 1876 que a companhia passou a ser unicamente portuguesa, identificada por uma sociedade anónima, companhia esta que, em conjunto com a Câmara Municipal de Lisboa, a 25 de junho de 1897, substituiu a tração animal pela elétrica.

Foi a 9 de abril de 1944 que ocorreu a fundação do serviço de autocarros, dada a urgência em responder rapidamente à procura vivenciada na cidade, iniciando igualmente o serviço para diversas zonas fora da cidade de Lisboa. “*A introdução do gasóleo como combustível, a introdução de sistemas de transmissão elétricos e hidráulicos e o aumento da capacidade das unidades de transporte (...)*” (Marques da Costa, 2007, p.203) possibilitaram a redução das despesas de funcionamento e o crescimento da utilização dos autocarros.

Foi desde 1975 assegurada pela Secretaria de Estado das Obras Públicas, dos Transportes e das Comunicações dependente do Ministério da Economia, até 2015 onde passaram a ficar sob o domínio do Ministério do Ambiente, contudo, a 1 de fevereiro de 2017, a administração passou a ser realizada pela Câmara Municipal de Lisboa.

Os autocarros estão, atualmente, em todos os sistemas de transporte a nível mundial, tendo sido a partir dos anos 20 que estes conquistaram grande importância, sendo hoje o meio mais usado no quotidiano. Ao comparar o autocarro com outros meios de transporte, destaca-se o facto de este não necessitar de uma infraestrutura destinada, apresentando assim uma despesa mais reduzida, uma vez que, os seus custos correspondem à compra dos autocarros, criação e manutenção de paragens e uma maior flexibilidade relativamente à procura e desenvolvimento da população, conseguindo mudar as rotas e a criação de novas linhas, sendo possível expandi-las ou reduzi-las.

O elétrico destaca-se como o primeiro modo de transporte motorizado a operar no sistema de transporte urbano, representando o desenvolvimento do sistema americano, que já progrediria desde 1832. Outrora era considerado o modo de transporte dominante nas cidades, porém, a partir de 1930 começa a prejudicar a circulação automóvel. Na cidade de Lisboa, estes permanecem a funcionar, todavia em menor quantidade devido à inativação de muitos troços da rede.

A Carris opera 24 horas, repartida em três “turnos”, um serviço diurno das 05h às 21h30, noturno das 21h30 às 01h e uma rede de madrugada (operacional nos 365 dias anuais) das 00h30 às 05h35, oferecendo assim um serviço acessível a todos os passageiros. Apresenta uma frota com setecentos e quarenta e cinco autocarros, quarenta e oito elétricos, três ascensores e um elevador.

A rede de autocarros é constituída por Autocarros Standard, Articulados, Médios, Mini, PMR e Clássicos, são 96 carreiras de autocarro ao longo de 720 km, estes estão organizados por zonas e cores, assim sendo:

- Zona Central dispõe da linha laranja - 702, 706, 709, 712, 713, 730, 734, 737, 773, 774 e 797;
- Zona Ocidental a linha magenta - 714, 723, 732, 748, 751, 760 e 776;
- Zona Noroeste a linha azul-claro - 711, 716, 724, 726, 729, 746, 754, 758, 764, 765, 768, 770, 771, 799;
- Zona Norte a linha verde - 717, 735, 736, 747, 778, 796 e 798;
- Zona Oriental a linha vermelha - 705, 708, 718, 722, 725, 731, 744, 749, 755, 759, 781, 782, 783, 793 e 794;
- Circulares na linha cinza - 701, 703, 720, 727, 728, 738, 742, 750, 753, 756 e 767;
- Linha da madrugada a azul-escuro - 202, 206, 207, 208 e 210;
- Carreiras de bairro a amarelo - 10B, 13B, 17B, 19B, 22B, 26B, 29B, 31B, 32B, 34B, 37B, 40B, 41B, 43B, 44B, 46B, 49B, 52B, 55B, 58B, 61B, 64B, 65B, 70B, 73B, 76B, 79B.

A rede de elétricos é composta por elétricos articulados, históricos e clássicos, no presente possui uma menor importância, devido à subida dos preços por passageiro e à sua velocidade. O elétrico apresenta duas linhas na Baixa:

- Zona Central realizada pelos elétricos 12E, 24E, 25E e 28E;
- Zona Ocidental realizada pelos elétricos 15E e 18E.

Ambas as linhas compartilham o espaço com o tráfego rodoviário o que gera consequências negativas no seu funcionamento.

O sistema de tração elétrica também é composto pelo Ascensor da Glória (51E) que faz a ligação entre os Restauradores e São Pedro de Alcântara, o Ascensor da Lavra (52E) desde o Largo da Anunciada à Rua Câmara Pestana e pelo Ascensor da Bica (53E) da Rua de São Paulo ao Largo Calhariz, os “(...) três com um papel muito localizado no acesso a bairros históricos (...)” (Cruz, 2005, p.100), e por fim, o Elevador de Santa Justa liga a Rua do Ouro e o Largo do Carmo “(...) com um papel

*estritamente turístico ... serve de acesso a um miradouro(...)*” (Cruz, 2005, p.100), todos estão situados na Baixa, zona Central.

Existem quatro estações de recolha distintas, em Santo Amaro para os elétricos e em Miraflores, Musgueira e Pontinha para os autocarros.

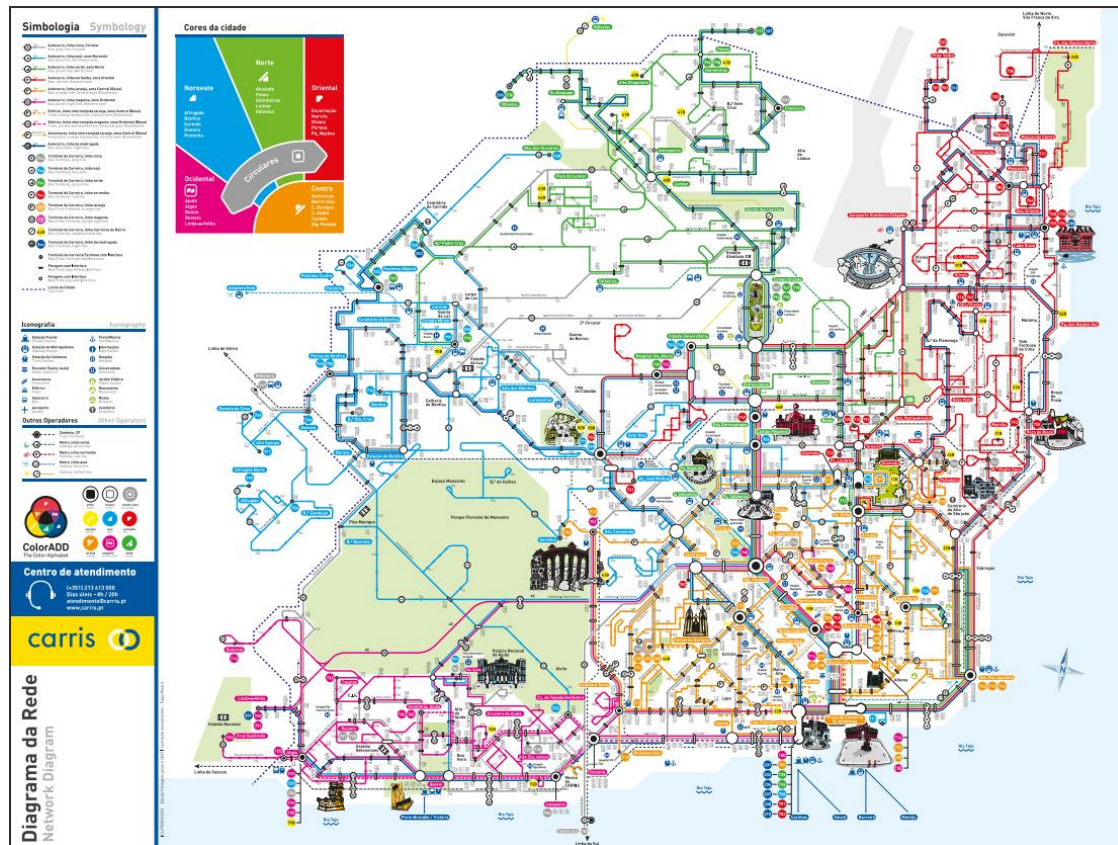


Figura 2 - Rede de Transporte da Carris

Fonte: Carris (2023)

Segundo a Câmara Municipal de Lisboa em 2005 (p.153), *“A coincidência dos principais eixos de oferta da Carris com os eixos servidos pelo Metropolitano de Lisboa traduz a ausência de estruturação multimodal das redes de transportes, numa lógica da cidade e de rede”*, entre as 10h e as 17h o número de serviços diminui, com intervalos acima dos 10 minutos de espera. Ao não existir uma gestão dos horários entre as carreiras nas zonas com itinerários partilhados, gera intervalos de espera muito elevados e/ou a passagem ao mesmo tempo de diversas carreiras.

Com o objetivo de mitigar esses longos intervalos de espera e/ou a passagem ao mesmo tempo de diversas carreiras foi implementada em 2006 a Rede7. Esta iniciativa introduziu novos horários, intervalos de frequência, itinerários e até mesmo a reorganização e consolidação de carreiras. Mais recentemente, em 2022, tornou-se imperativa uma nova revisão abrangente da rede, a fim de alinhá-la com as mudanças e o crescimento que ocorreram ao longo destes anos.

## 4.2.2. Ferroviário

O transporte ferroviário opera numa infraestrutura desenvolvida sobre carris perante “(...) *motores elétricos, seja a energia fornecida por via área, recorrendo-se para isso a sistema de trólei ou pantógrafo, seja por um terceiro carril.*” (Marques da Costa, 2007, p.208).

Contrariamente ao autocarro, o transporte ferroviário depende da infraestrutura, o que constitui uma menor flexibilidade relativamente à procura, além disso podem ser caros e demorados para serem desenvolvidos, desde a fase de planeamento até à operação, com períodos de amortização mais longos. Todavia, têm uma forte reputação de eficiência e segurança, tornando-os ideais para a organização do espaço urbano, desta forma, estão sendo cada vez mais reconhecidos como altamente fiáveis e confortáveis, como também um modo de transporte ‘limpo’ frequentemente referido de suave ou verde, que permite a fácil integração com a circulação pedestre e de bicicleta.

O comboio foi, primeiramente, concebido para deslocações a grandes distâncias, contudo, foram introduzidas novas rotas, que permitiram estas deslocações da cidade para os bairros adjacentes, representando assim a origem do serviço de transporte suburbano. Um dos principais benefícios deste sistema é a capacidade de deslocar uma grande quantidade de pessoas sem que seja preciso transbordo, uma vez que, as diversas paragens ao longo da cidade, potenciam a recolha e distribuição da população e impede as sobrecargas numa única estação. A compatibilidade do comboio com outros meios de transporte, é outro benefício, que propicia uma maior conectividade da rede ferroviária ao centro da cidade.

### 4.2.2.1. Metropolitano de Lisboa

A sociedade Metropolitano de Lisboa foi constituída a 26 de janeiro de 1948, as obras iniciaram-se a 7 de agosto de 1955 e o início de operação ocorreu a 29 de dezembro de 1959, resultando assim no primeiro sistema metropolitano do país. O seu principal objetivo consiste em estudar tecnicamente e economicamente um sistema de transporte coletivo que explorasse o subsolo da cidade de forma exclusiva.

Assumiu um papel crucial no crescimento da cidade, sendo responsável por delinear novas áreas de expansão urbana e atuar como o principal impulsionador do sistema de transporte da cidade devido à sua segurança, velocidade e frequência. Segundo o Metropolitano de Lisboa (2023a), a implementação da infraestrutura ferroviária ocorreu em diversas etapas, em 1963 realizou-se a primeira fase, o troço Restauradores-Rossio, em 1966 Rossio-Anjos e concluído em 1972, com a conexão Anjos-Alvalade.

No ano de 1975, o metro foi nacionalizado, três anos depois foi reestruturado como uma empresa pública, com novos princípios, sendo a empresa renomeada de Metropolitano de Lisboa, E.P., após dezasseis anos, em 1988, foram inaugurados dois novos troços, Sete Rios-Colégio Militar/Luz e Entre Campos-Cidade Universitária.

Entre 1993 e 1998 ocorreu a exploração de diversos troços, mas é de destacar que em maio de 1998 há um marco significativo para o Metropolitano de Lisboa, a Linha Vermelha é a primeira linha independente a ser construída e constitui uma importante via de acesso à Expo '98. Em 2004, sucede pela primeira vez, a expansão da rede além dos limites do município de Lisboa, com a ampliação da Linha Amarela até Odivelas. No ano de 2016, ocorre outro marco significativo para o metro, bem como para a AML, sucede a expansão da Linha Azul entre a Amadora Este e a Reboleira.

Atualmente designado de Metropolitano de Lisboa, E.P.E., possui independência administrativa, financeira e patrimonial, age de acordo com as os seus estatutos internos e pela legislação que rege as empresas públicas, nos seus órgãos sociais tem o Conselho de Administração, Conselho Fiscal e o Revisor Oficial de Contas. Tem como principal objetivo desempenhar o papel de eixo central da mobilidade na AML, tendo por base, a oferta de um serviço de transporte público em áreas metropolitanas ou em outros sistemas de mobilidade, através de canais exclusivos, que compreende a gestão integral da infraestrutura, desde a criação, divulgação e utilização, bem como a operação de espaços comerciais. Esse serviço é prestado com a autorização concedida pelo Estado, com o objetivo de impulsionar a mobilidade sustentável e melhorar o bem-estar das gerações presentes e futuras, sempre com foco no cliente.

No que se refere às estatísticas do Metropolitano de Lisboa, é possível afirmar que, com base no ano de 2020, foram vendidos 1.8 milhões de cartões Viva e transportados 85.6 milhões de passageiros ao longo do ano. O sistema conta com 56

estações de metro, distribuídas numa rede de 44,5km, num total de 111 triplas de tração, ou seja, 333 carruagens para atender à demanda.

Para garantir a segurança dos passageiros são disponibilizados 110 seguranças por dia, além de 1513 trabalhadores em diversas áreas do sistema. A circulação dos passageiros é facilitada por meio de 234 escadas mecânicas, 108 elevadores, 10 tapetes rolantes e 735 canais de acesso. Também oferece espaços comerciais para os passageiros, contando com um total de 202 estabelecimentos espalhados pelas estações, além disso, disponibiliza 281 máquinas de vendas de títulos e 69 máquinas semiautomáticas de venda de títulos para facilitar a compra dos passageiros.

Relativamente à rede, o sistema possui 4 linhas à disposição, a Linha Amarela, Azul, Verde e Vermelha. (Figura 3).



Figura 3 - Rede de Transportes do Metro

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023c)

A Linha Amarela é constituída por 13 estações, iniciando em Odivelas e finalizando no Rato e dispõe de 34 elevadores. Esta linha oferece conexões com todas as outras linhas do metro, incluindo a Linha Verde na paragem do Campo Grande, Vermelha no Saldanha e Azul no Marquês de Pombal. Informações sobre a sua frequência, tanto durante a semana quanto nos fins-de-semana, podem ser visualizadas nas tabelas 1 e 2.

|                   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30</b> | <b>07h16</b> | <b>09h31</b> | <b>10h</b>   | <b>10h</b>   | <b>16h46</b> | <b>19h01</b> | <b>20h01</b> | <b>20h31</b> | <b>21h01</b> |
|                   | -            | -            | -            |              | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
|                   | <b>07h15</b> | <b>09h30</b> | <b>10h00</b> | <b>16h45</b> | <b>16h45</b> | <b>19h</b>   | <b>20h</b>   | <b>20h30</b> | <b>21h</b>   | <b>01h</b>   |
| <b>Frequência</b> | 07'30"       | 04'05"       | 04'50"       | 05'50" (1)   | 11'40" (2)   | 04'25"       | 05'20"       | 05'55"       | 08'55"       | 08'45"       |

Tabela 1 –Dias Úteis entre o Rato e Entrecampos

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

|                   |                      |                  |
|-------------------|----------------------|------------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30 - 20h30</b> | <b>20h31-01h</b> |
| <b>Frequência</b> | 08'55"               | 08'40"           |

Tabela 2 - Fim-de-Semana entre o Campo Grande e Odivelas  
Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

A Linha Azul liga a Reboleira a Santa Apolónia, servindo 18 estações e dispõe de 42 elevadores. Esta linha oferece conexão com todas as outras linhas, incluindo a Linha Vermelha em São Sebastião, Amarela no Marquês de Pombal e Verde na Baixa-Chiado. As tabelas 3 e 4 apresentam informações relativas à frequência da linha durante a semana e nos fins-de-semana.

|                   |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30</b> | <b>07h01</b> | <b>07h31</b> | <b>09h31</b> | <b>10h01</b> | <b>16h46</b> | <b>19h01</b> | <b>20h01</b> | <b>20h31</b> | <b>21h01</b> | <b>22h31</b> |
|                   | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
|                   | <b>07h</b>   | <b>07h30</b> | <b>09h30</b> | <b>10h</b>   | <b>16h45</b> | <b>19h</b>   | <b>20h</b>   | <b>20h30</b> | <b>21h</b>   | <b>22h30</b> | <b>01h</b>   |
| <b>Frequência</b> | 07'00"       | 05'50"       | 04'35"       | 04'55"       | 06'40"       | 04'55"       | 05'50"       | 06'40"       | 07'20"       | 08'05"       | 09'10"       |

Tabela 3 – Linha Azul, Dias Úteis

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

|                   |                  |                    |                    |                  |
|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30-12h</b> | <b>12h01-20h15</b> | <b>20h16-22h20</b> | <b>22h21-01h</b> |
| <b>Frequência</b> | 08'10"           | 07'20"             | 08'05"             | 09'10"           |

Tabela 4 – Linha Azul, Fim-de-Semana e Feriados

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

A Linha Verde possui cerca de 13 estações, percorrendo desde Telheiras até o Cais do Sodré, dispõe de 33 elevadores. Esta linha oferece conexões com todas as outras linhas do metro, incluindo a Linha Amarela no Campo Grande, Vermelha na Alameda e Azul na Baixa-Chiado. As informações sobre a frequência da linha podem ser verificadas nas tabelas 5 e 6.

|                   |                              |                            |                              |                              |                            |                              |                            |
|-------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30<br/>-<br/>07h15</b> | <b>07h16<br/>-<br/>10h</b> | <b>10h01<br/>-<br/>16h15</b> | <b>16h16<br/>-<br/>20h30</b> | <b>20h31<br/>-<br/>21h</b> | <b>21h01<br/>-<br/>22h15</b> | <b>22h16<br/>-<br/>01h</b> |
| <b>Frequência</b> | 06'50"                       | 05'35"                     | 06'05"                       | 05'35"                       | 06'00"                     | 07'55"                       | 09'30"                     |

Tabela 5 - Linha Verde, Dias Úteis

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

|                   |                      |                      |                     |
|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30 - 21h30</b> | <b>21h30 - 22h40</b> | <b>22h41- 01h00</b> |
| <b>Frequência</b> | 08'05"               | 08'00"               | 09'30"              |

Tabela 6 - Linha Verde, Fim-de-Semana e Feriados

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

A Linha Vermelha serve 12 estações, conectando o Aeroporto até São Sebastião e dispõe de 42 elevadores. Esta linha oferece conexões com todas as outras linhas do metro, incluindo a Linha Verde na Alameda, Amarela no Saldanha e Azul em São Sebastião. As informações sobre a sua frequência podem ser encontradas nas tabelas 7 e 8.

|                   |                              |                              |                              |                              |                              |                            |                            |
|-------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30<br/>-<br/>07h10</b> | <b>07h11<br/>-<br/>09h45</b> | <b>09h46<br/>-<br/>16h30</b> | <b>16h31<br/>-<br/>19h15</b> | <b>19h16<br/>-<br/>20h30</b> | <b>20h31<br/>-<br/>01h</b> | <b>22h31<br/>-<br/>01h</b> |
| <b>Frequência</b> | 09'45"                       | 06'15"                       | 07'00"                       | 06'15"                       | 07'05"                       | 07'55"                     | 09'00"                     |

Tabela 7 - Linha Vermelha, Dias Úteis

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

|                   |                  |                  |                    |                  |
|-------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|
| <b>Período</b>    | <b>06h30-12h</b> | <b>12h-20h15</b> | <b>20h16-22h15</b> | <b>22h16-01h</b> |
| <b>Frequência</b> | 08'10"           | 07'00"           | 08'00"             | 09'30"           |

Tabela 8 - Linha Vermelha, Fim-de-Semana e Feriados

Fonte: Metropolitano de Lisboa (2023b)

Nos últimos anos, o Metropolitano de Lisboa tem desempenhado um papel crucial no desenvolvimento da cidade, ao operar como um dos principais propulsores do sistema de transporte urbano, que atua num espaço reservado, geralmente em túneis subterrâneos, mais frequente no centro urbano, ou na superfície. Com a sua alta velocidade e capacidade de evitar o trânsito, o metro é capaz de transportar, aproximadamente, 70 000 passageiros por hora em cada direção, o que resulta em alta confiabilidade e facilidade na compreensão da rede, sendo o meio de transporte escolhido pelos utilizadores, uma vez que permite

receber e distribuir passageiros vindos de outros meios de transporte, por toda a cidade.

Segundo o Metropolitano de Lisboa (2023a), estão empenhados em dar resposta às novas necessidades exigidas pela cidade e área envolvente, no que diz respeito à mobilidade. Assim sendo, irão expandir a sua rede, assegurando interfaces que compreendem vários modos de transporte, para isso está a ser construída a Linha Circular, que conectará a estação do Rato ao Cais do Sodré, com o acréscimo de duas novas estações na Estrela e em Santos.

Até 2024, a rede servirá 46,5km e haverá uma melhoria na frota, o projeto de renovação prepara a instalação de um novo sistema de sinalização ferroviária nas linhas Amarela, Azul e Verde, designado *Communications-Based Train Control*, bem como, a aquisição de 14 unidades triplas, onde esse aumento resultará numa frota de 375 carruagens, proporcionando mais conforto e acessibilidade aos passageiros.

O novo sistema de sinalização, CBTC, vem substituir o sistema dos anos 1970, o que trará benefícios significativos na gestão dos comboios, controlo contínuo e em tempo real, aumento da frequência e regularidade dos mesmos, possibilitando uma oferta mais eficaz adequada às necessidades, o que contribuirá para a melhoria na qualidade dos serviços prestados.

#### **4.2.2.2. Comboios de Portugal**

A CP – Comboios de Portugal – tem a sua origem a 11 de maio de 1860 com o intuito de estabelecer linhas ferroviárias que ligassem Lisboa ao Porto e à fronteira espanhola em Badajoz. Inicialmente nominada de “Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses” sofreu diversas alterações no seu nome, até 2009 onde, a partir de então, passou a ser conhecida oficialmente de Comboios de Portugal, E.P.E., uma empresa pública que pertence exclusivamente ao Estado Português e é supervisionada pelo Ministério das Infraestruturas e Habitação e pelo Ministério das Finanças, possui o compromisso de cooperar no crescimento económico e coesão social de Portugal, por meio de uma ação eficiente nas operações comerciais. Apresenta cerca de 148,1 milhões de passageiros transportados anualmente, ao longo de 2221 km de rede ferroviária, o que a torna uma das empresas mais influentes no sistema de transporte terrestre do país, com mais de 160 anos de experiência e 60,6 milhões de euros de vendas online.

Foram alcançados diversos marcos significativos que levaram à extensão da rede ferroviária, com conexões internas e externas, desempenhando assim um papel fundamental no crescimento do país e no estreitamento das relações com a Europa. Segundo a CP (2023a), a sua trajetória pode ser dividida em nove marcos significativos:

- *“Dos primeiros projetos à Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses;*
- *Da Companhia Real dos Caminhos de Ferro Portugueses à crise financeira de 1891;*
- *Da crise financeira de 1891 à I Guerra Mundial;*
- *Da I Guerra Mundial ao arrendamento dos caminhos de ferro do Estado;*
- *Do arrendamento dos caminhos de ferro do Estado à Concessão Única;*
- *Da Concessão Única à nacionalização dos caminhos de ferro;*
- *Da nacionalização ao Contrato-Programa;*
- *A modernização e reconversão da CP;*
- *A reorganização do setor.”*

Para se adaptar ao mercado e enfrentar os desafios da fusão com a EMEF, a CP passou por uma grande transformação, reorganizou as suas áreas de modo a fortalecer a capacidade operacional e funcional, visando alcançar melhor qualidade, eficiência e racionalidade, isto é, utilizou os seus recursos e competências de forma mais eficaz, mantendo sempre o seu compromisso com o cliente, com o objetivo de servi-lo cada vez melhor, com alta competitividade e sustentabilidade.

Apresenta cinco tipos de serviços: Serviço Alfa Pendular (linha azul), Serviço Intercidades (linha verde), Serviço Inter-Regional (linha preta), Serviço Regional/Urbano (linha vermelha) e por fim o Serviço Rodoviário de Substituição (linha cinza), (Fig. 4). O distrito de Lisboa, possui conexões a todos os serviços e a outros operadores, como a Carris, Metropolitano de Lisboa e Transtejo Soflusa (Fig. 5). A CP apresenta 67 estações, ao longo de quatro linhas, a Linha de Sintra, Linha da Azambuja, Linha de Cascais e Linha do Sado. (Fig. 6).

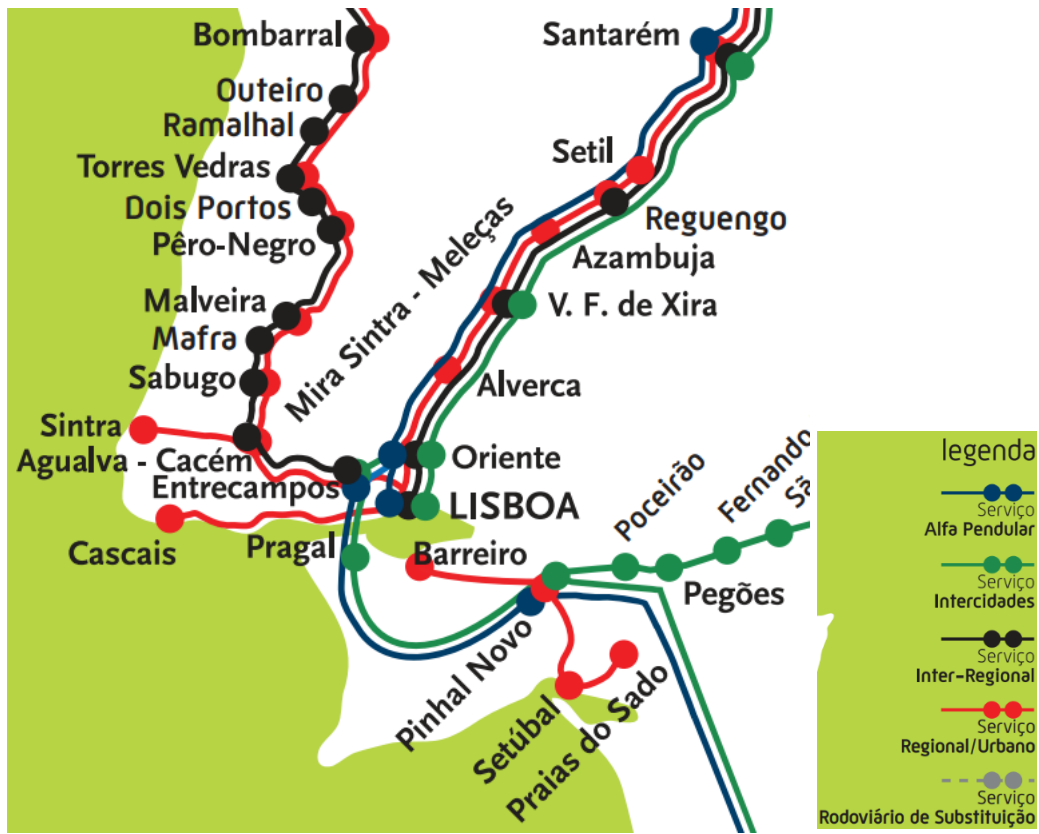


Figura 4 - Tipo de Serviços da CP

Fonte: CP (2023b)

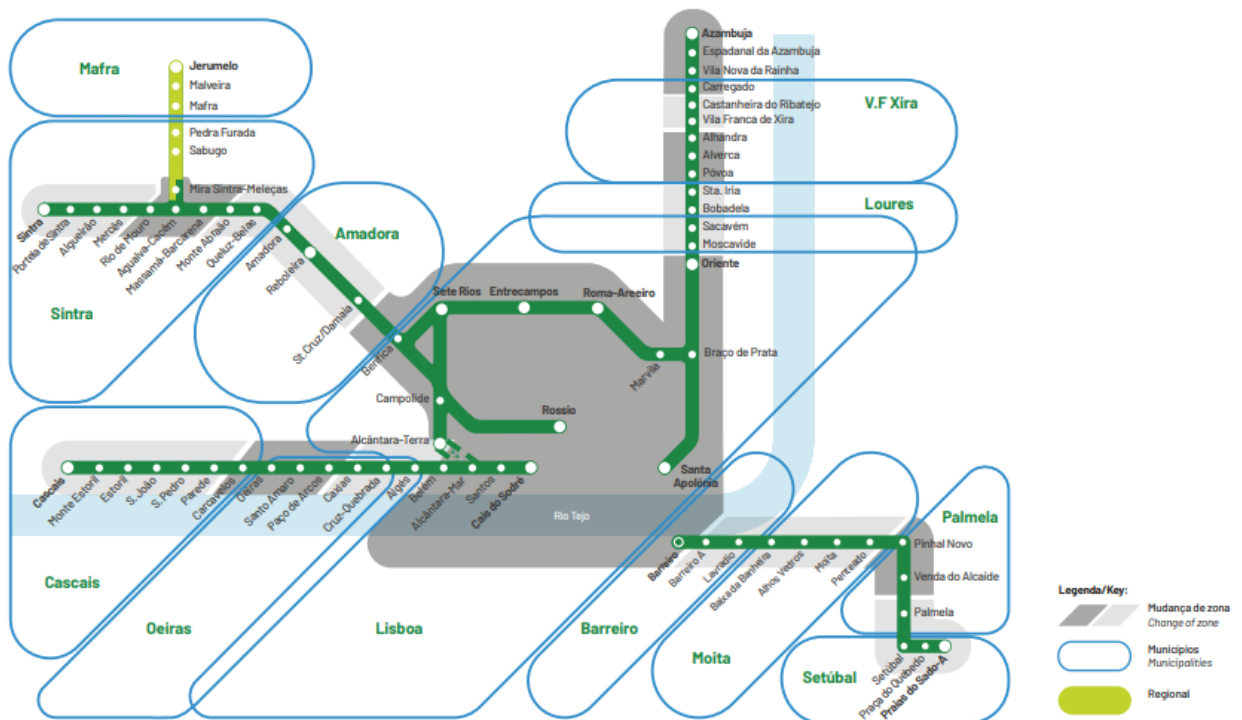


Figura 5 - Rede de Transportes da CP

Fonte: CP (2023c)

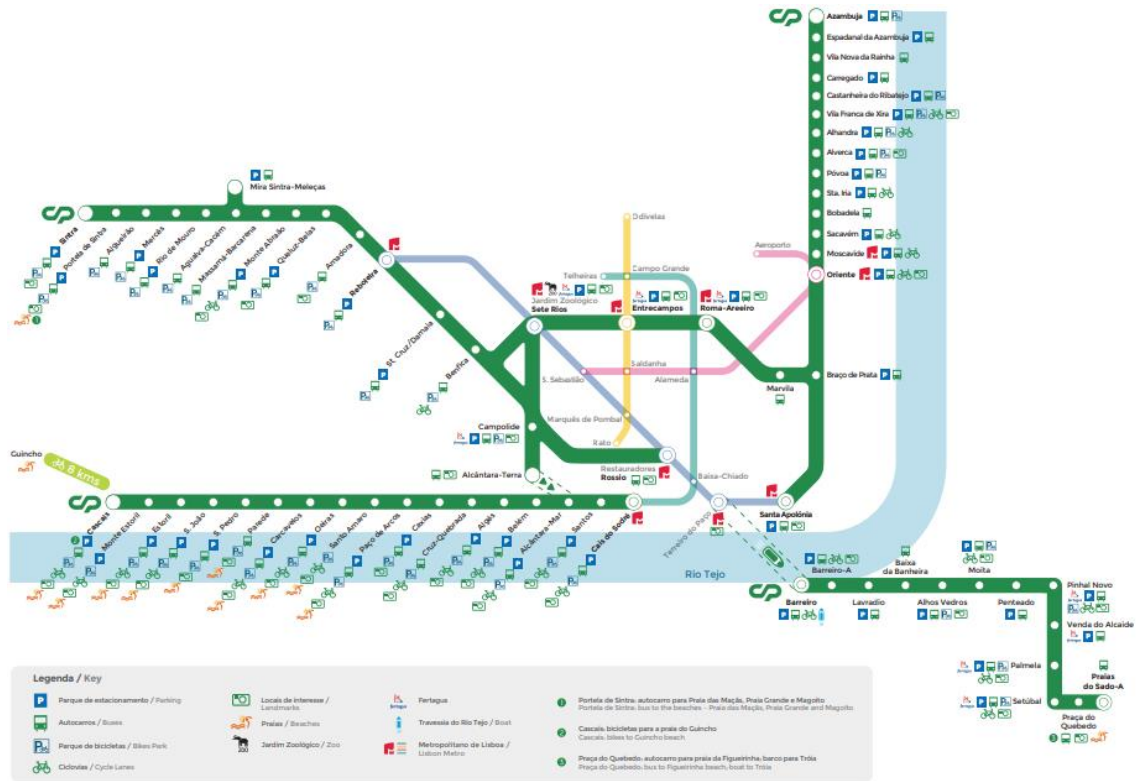


Figura 6 - Conexões da CP com outras redes de transportes

Fonte: CP (2023c)

Segundo Cruz (2005), a Linha de Sintra é a que apresenta uma maior movimentação de passageiros, efetua a conexão entre Lisboa e Sintra através de interligação com a linha do Oeste na estação do Cacém. Sendo uma das rotas mais procuradas, a CP disponibiliza diversas opções de serviços aos seus usuários. A estação de partida situa-se em Benfica.

Seguida da Linha de Cascais, com aproximadamente, 75% de movimentação da Linha de Sintra, efetua a conexão entre Lisboa e Cascais, efetuando também funções suburbanas. Antigamente era considerada a linha mais desenvolvida da CP, foi superada pela Linha de Sintra em termos de disponibilidade e excelência do serviço. No presente, está num processo de renovação tanto nas estações como no material circulante. A linha disponibiliza várias possibilidades, tendo paragens nas estações de Algés, Belém, Alcântara, Santos e Cais do Sodré.

A Linha da Azambuja representa 25% dos passageiros transportados, realiza serviço suburbano que se estende até à Azambuja, além de desempenhar funções de alcance nacional e regional entre a Área Metropolitana de Lisboa e o Norte do país, sendo a estação de partida em Lisboa, no Oriente.

E por fim a Linha do Sado opera com uma menor frequência, diferenciando-se dos serviços típicos das demais linhas, sendo a única linha que não é eletrificada, executa tarefas suburbanas no troço que conecta as Praias do Sado ao Barreiro, além de ter funcionalidades nacionais e regionais entre a Área Metropolitana de Lisboa e o Sul do país.

A CP dedica-se, todos os dias, a diminuir a sua pegada ecológica, dado o congestionamento nas cidades e a lotação dos aeroportos, o comboio representa a melhor opção, pois é *“(...) seguro; ocupa pouco espaço na organização territorial; utiliza relativamente pouca energia; pouco poluente.”* (CP 2023d), isto é, oferece um grande potencial de transporte aliado à sua performance e segurança.

## Capítulo 5 – SIG e SIG-T

### 5.1. Conceito e evolução dos SIG

Um Sistema de Informação Geográfica é um sistema completo que utiliza software, hardware, dados espaciais e algoritmos computacionais que possibilitam a exploração, administração ou visualização do espaço geográfico e dos processos que nele sucedem.

Segundo Fitz (2008) *in* Oliveira (2015), os SIG envolvem um grupo de soluções tecnológicas que combina dados, dispositivos e indivíduos, com o intuito de capturar, guardar, reaver, manusear e examinar dados georreferenciados, onde podem atuar numa base de dados, estruturar as informações em camadas temáticas distintas e mantê-las armazenadas de forma isolada.

É um sistema definido no seu contexto de uso, como também em função do problema a ser resolvido, segundo Lopes (2013, p.27), “(...) *é possível aplicar os SIG em planeamento urbano, biologia, geologia, hidrologia, minas, telecomunicações e na análise de desastres naturais.*”, ou seja, concede à população o acesso a um elevado número de informações, relacionadas por um elemento em comum, a posição geográfica.

As estruturas dos dados predominantes em SIG incluem o modelo matricial, que se foca nas características espaciais, dividindo as células de um modo regular, representando um valor único, ou seja, “*Quanto maior for a dimensão de cada célula (resolução) menor é a precisão ou detalhe na representação do espaço geográfico.*” (Oliveira, 2015, p.31) e o modelo vetorial, que se foca na acurácia da localização dos objetos no espaço, em três modos espaciais distintos, o ponto, a linha e o polígono.

Durante os anos 1990, ocorreu um crescimento significativo de iniciativas, estudos e empreendimentos voltados para os Sistemas de Informação Geográfica, contudo, em 1994, uma tentativa de expandir o uso dos SIG às autarquias, ocorreu aquém das expectativas. Quanto às instituições de ensino superior, somente no final dos anos 1990, é que estas começaram a demonstrar interesse pelos SIG, estando estes já amplamente difundidos.

Enquanto isso, segundo Grancho (2005), a circulação da informação geográfica foi profundamente transformada pela World Wide Web, no entanto, foi impactada por uma nova revolução, a mobilidade. No que se refere a Portugal, os SIG surgiram na década de 70, em diferentes empresas e entidades governamentais, nomeadamente o Laboratório Nacional de Engenharia Civil, o Gabinete da Área de Sines e a Empresa Geral de Fomento.

## 5.2. Conceito SIG-T

Com o crescimento das cidades e das concentrações urbanas, sucedem obstáculos em termos de planeamento e gestão, o que se traduz na necessidade de elaborar ferramentas mais avançadas e com prontidão para fundamentar o estudo desses sistemas. Os transportes são um dos problemas emergentes cada vez mais complexos nas áreas urbanas, o que tem impulsionado a necessidade de aperfeiçoar as capacidades dos SIG, principalmente na inserção de métodos de análise de redes e na otimização de recursos avançados de modelação de elementos lineares.

Os SIG possuem uma função fundamental na avaliação dos transportes, compreendendo desde infraestruturas e equipamentos à análise de redes e fluxos. Deste modo, têm sido elaboradas técnicas e pesquisas especiais, designadas de SIG-T, Sistemas de Informação Geográfica para Transportes, que segundo Morgado (2010, p.109) *“(...) advém originalmente dos estudos de âmbito da Geografia dos transportes, ou seja, é a partir daí que se podem encontrar os antecedentes dos SIG e dos SIG-T (...)”*.

Segundo Silva (2006), até à década de 1990, ocorria um distanciamento entre os SIG e os Transportes devido a perspetivas tecnológicas, metodológicas, organizacionais e culturais. Independentemente das suas semelhanças e da sua origem na era da computação, verificou-se um afastamento ao longo de 20 anos, em consequência de alguns pormenores, na década de 1960 *“(...) os SIG tinham como principais objectivos as análises e desenho de áreas homogéneas (polígonos), e a sua sobreposição sobre outras camadas.”* (Silva, 2006, p.28), por outro lado, o planeamento dos transportes foi elaborado em programas onde a rede e os dados se encontravam incorporados no mesmo software, não possibilitando assim uma versatilidade na administração dos dados.

No presente, a ligação entre os SIG e os Transportes é inteiramente diferente, existe uma evolução tecnológica focada nesta área e um reconhecimento por inúmeras instituições, que segundo Silva (2006, p.29), “(...) defende que os GIS-T são hoje das principais áreas de aplicação dos SIG e Black (2003) defende que os GIS-T são das mais importantes contribuições do Século XX para a Geografia do Transportes.”.

A ausência de ligação entre os SIG e os SIG-T ao longo do período inicial e subsequente período de estabilização e desenvolvimento ocorreu porque “(...) os transportes foram-se distanciando do seu original domínio científico, a Geografia Económica e Regional, e firmando-se cada vez mais como um domínio autónomo, ora no campo da Engenharia, ... , ora preterindo os métodos quantitativos e focando-se numa geografia dos transportes baseada no ‘behaviorismo’.” (Morgado, 2010, p.114). Contudo, após 3 décadas, estes tornam a colaborar, através da modelação, visando aprimorar os modelos de transporte para que possam evoluir para sistemas de suporte à decisão mais eficazes, com aptidões na administração de dados geoespaciais e na análise espacial.

Os SIG-T são fundamentais para o estudo e coordenação de um sistema de transportes, mediante a representação visual dos dados geográficos com a capacidade de modificar a simbologia de diferentes temas, manipular informações, funcionalidades de buffer, geocodificação e sobreposição de camadas temáticas, bem como, a simplicidade de conexão a sistemas de gestão de bases de dados externos, com a capacidade de usar estes dados, examiná-los e integrá-los, sendo estes provenientes de variadas origens e categorias, com diversos graus de precisão e múltiplos formatos. Sintetizando, para criar modelos de SIG-T válidos, há que ter por base 4 elementos:



Figura 7 - Elementos dos SIG-T

Fonte: Morgado (2010)

Neste domínio são utilizadas técnicas diferentes, como a “(...) a análise do caminho mais curto (*shortest path*), *routing*, análises de fluxos na rede e gestão de tráfego, análises de procura de transportes, áreas de influência de determinado local (um equipamento público, p.e.) pela infraestrutura de transportes, análises de acessibilidade multimodal, impacte dos sistemas de transportes, entre muitos outros (...)” (Silva, 2006, p.31), sendo estes progressivamente utilizados em serviços de Sistemas de Transporte Inteligente.

É possível distinguir ainda os SIG-T numa esfera pública e numa esfera privada. Na pública, os SIG-T são muito benéficos, dada a capacidade de guardar informações geográficas, fornecendo também uma visão completa sobre os sistemas de transportes, na privada são apontados como componentes críticos nas funções de administração e organização, utilizados em operações de seleção de espaços e nas análises de mercado.

Por fim, os SIG-T são caracterizados “(...) como a inter-conexão entre *hardware*, *software*, *dados*, *pessoas*, *organizações* e *procedimentos* para captar, guardar, analisar e comunicar um tipo particular de informação: os sistemas de transportes e as respectivas áreas onde estes se localizam (Fletcher, 2000). Os GIS-T referem-se, portanto, aos princípios e aplicações da utilização de tecnologias de informação geográfica à temática de transportes (Miller e Shaw, 2001).” (Silva, 2006, p.32).

## Capítulo 6 – Análise de Redes

Segundo Silva (2006), as operações de análise de redes em formato vetorial são fundamentais dentro do campo dos SIG-T, visam simular, por meio de computação da rede de transporte e das deslocações ocorridas, a dinâmica dos sistemas de transporte. Essas simulações são bastante benéficas no planejamento de transportes, permitindo avaliar o desempenho do sistema num certo momento e simular as mudanças no sistema, como a construção de uma estrada nova.

Num estudo de “(...) *Gutiérrez e Urbano (1996) e Gutiérrez et al. (1996) apresentam simulações da acessibilidade que o espaço da União Europeia conhecerá depois da conclusão de, respetivamente, o plano da rede de estradas transeuropeia e o plano da rede de comboio de alta velocidade, e mostram as alterações de acessibilidade, entretanto já conseguidas com a da implementação destes planos.*” (Silva, 2006, p.65). Deste modo, é possível efetuar análises de redes em raster ou vetorial, dos quais, o vetorial é normalmente o mais comum.

### 6.1. Network Analysis

A *Network Analysis* é um software de análise avançada que integra um modelo de conectividade para modelar com precisão redes multimodais do mundo real, como destacado por Covas (2010), possibilita a criação de aplicações para diversas finalidades, como determinar rotas, fornecer direções de viagem, procurar equipamentos próximos, gerar áreas de influência e matrizes de otimização origem-destino.

Segundo Leite (2012), uma rede é geralmente composta por nós e arcos relacionados com entidades distintas, como o cruzamento entre duas estradas ou uma válvula em uma rede de gás que retratam os nós, enquanto os arcos simbolizam as conexões entre os mesmos.

O *ArcGIS Network Analysis* permite conceber, coordenar e explorar redes de transporte, pois integra um modelo avançado de conectividade que representa de forma extremamente precisa redes de transporte multimodais. Isso permite a simulação de trajetos inteligentes em cenários onde estações de comboios e autocarros podem se encontrar numa mesma estação. Na *Network Analysis* é possível encontrar a rota mais eficiente entre dois locais, localizar a instalação mais

próxima, definir áreas de influência, calcular matrizes de origem-destino para várias localizações da rede, atribuir trajetos e paragens a frotas de veículos, entre outras funcionalidades. (Silva, 2009)

A *Network Dataset* é uma rede constituída por componentes simples associados espacialmente, é necessário tomar decisões referentes ao percurso a ser seguido na rede, considerando *Z-levels*, restrições e o tráfego na rede viária. É possível calcular a trajetória mais breve entre dois ou mais pontos, bem como identificar a rota mais eficiente para fins logísticos.

Conforme mencionado por Leite (2012, pp.36-38), as capacidades da *Network Analysis* possibilitam uma representação dinâmica dos elementos de uma rede, compreendendo opções para a conquista de rotas, tendo em conta:

- *“Tabela de Tempo – Definição do intervalo de tempo para cada rota, indicando as horas de partida/chegada e o tempo perdido em cada paragem. Permite extrair a informação relativamente ao percurso delimitado;*
- *Curb Approach - Especificação do lado (esquerdo ou direito) na rota de um veículo, isto é, se pretende parar do lado direito ou esquerdo da via;*
- *Hierarquia da rede viária - Atribuição de um grau de importância a cada estrada da rede viária de forma a calcular rotas mais rápidas. Com exemplo prático, define-se as Auto-estradas com nível 1, as estradas municipais com nível 2, as estradas locais com nível 3.”*

Para o estudo em questão, serão utilizados dados em rede com informações sobre o transporte público, por meio da extensão *“Create and use a network dataset with public transit data”* do ArcGis *Network Analysis*. Essa extensão possibilita compreender como as pessoas podem aceder a destinos importantes utilizando o transporte público, avaliar o desempenho do sistema em atender às necessidades dos usuários e identificar locais estratégicos para novas instalações que sejam facilmente acessíveis por meio do transporte público.

Com a extensão *Network Analysis* é possível gerar, controlar e investigar as redes de transporte, possibilitando a modelação de redes multimodais complexas, como aquelas que envolvem estações de comboios e autocarros. É útil para resolver uma variedade de problemas do transporte, incluindo o cálculo de rotas otimizadas baseadas no tempo ou espaço percorrido, a identificação de instalações próximas, a determinação de áreas de influência e a atribuição de rotas e paragens para frotas de veículos.

Segundo Silva (2009), a *Network Analysis* apresenta dois procedimentos na determinação de rotas: um procedimento exato, fundamentado no algoritmo de Dijkstra, e um procedimento metaheurístico que se baseia numa extensão do VRP (Vehicle Routing Problem). As *features classes* possibilitam associar elementos idênticos num conjunto, cada *feature class* é um grupo de dados da mesma categoria, como pontos, linhas ou áreas e por fim, as *feature datasets* são conjuntos de *feature classes* que compartilham o mesmo sistema de coordenadas.

### 6.1.1. Funções e Fases

A *Network Analysis* apresenta cerca de seis funções:

- **Service Area** – a área de influência permite determinar as regiões que podem ser alcançadas com o custo definido, seja tempo ou distância. Inclui as diversas ruas disponíveis, de modo a analisar as acessibilidades, em relação à distância, tempo, ou outros parâmetros, como por exemplo, averiguar quantos quartéis de bombeiros estão localizados a  $x$  minutos de uma fábrica, para que possamos compreender o tempo de chegada ao local, em caso de emergência;
- **Route** – possibilita encontrar a rota mais adequada entre diversos pontos, tendo em conta a distância e o tempo. Se pretendermos uma rota mais curta, o atrito será a distância, se pretendermos a rota mais rápida, o atrito será o tempo (em minutos);
- **Closest Facility** – concebe rotas que reduzam o custo da viagem desde a origem, como por exemplo, os hospitais e quartéis de bombeiros, até ao destino, o local do acidente. Se pretendermos encontrar o hospital mais próximo da ocorrência, é traçada a rota mais rápida, que não demore mais do que 5 minutos, resultados acima de 5 minutos são excluídos;
- **Location-Allocation** – é útil para determinar a localização mais adequada para o equipamento, contemplando diferentes cenários e a relação com os pontos de procura;

- **Origin-Destination Cost Matrix** – traça linhas retas com os custos da rota desde a origem até ao destino, como por exemplo, possibilita a definição da melhor rota para cada viatura da frota, tendo por base, o tempo de viagem entre quartel dos bombeiros e uma certa fábrica;
- **Vehicle Routing Problem** – visa encontrar a rota ideal para as viaturas que devem seguir instruções específicas, como os autocarros, por exemplo. É possível determinar os períodos de paragem e os horários de início e fim dos percursos.

Segundo Silva em 2009, para alcançar resultados confiáveis e mais próximos da realidade, é necessário passar por estas cinco fases:

- **Preparar os dados** – considerar e corrigir os erros topológicos na geometria;
- **Escolher o tipo de rede adequado** – rede geométrica ou rede de conjunto de dados;
- **Construir a rede** – definir os parâmetros de atrito;
- **Selecionar a função apropriada** – Route, Closest Facility, Service Area, OD Cost Matrix, VRP.

### 6.1.2. GTFS

OS GTFS – *General Transit Feed Specification* – determinam um formato padronizado para os transportes públicos, com os horários e informações geográficas disponibilizados pelas empresas. Cada GTFS é constituído por um conjunto de ficheiros de texto armazenados num ficheiro ZIP, onde cada ficheiro representa uma característica específica referente ao transporte público, como os trajetos, paragens, horários, etc.

A Transporlis é uma associação responsável pela gestão dos serviços de informações de viagens multimodais na AML, compreende dez operadores de transporte e está associada a três municípios. Neste trabalho irei utilizar as informações GTFS, presentes nos dados abertos, de três operadores: a Carris, o Metropolitano de Lisboa, a CP - Comboios de Portugal, no município de Lisboa.

Neste trabalho foram utilizados os seguintes GTFS:

| <b>Nome do Ficheiro</b>   | <b>Presença</b>             | <b>Definição</b>  |
|---------------------------|-----------------------------|---|
| <b>agency.txt</b>         | Obrigatório                 | Empresa de transporte público que fornecem os dados.  |
| <b>calendar.txt</b>       | Condicionamente Obrigatório | Datas que especificam semanalmente quando o serviço inicia e termina; só é opcional se todas as datas se encontrarem no calendar_dates.txt. |
| <b>calendar_dates.txt</b> | Condicionamente Obrigatório | Exceções para os serviços definidos no calendar.txt; Só é obrigatório se o calendar.txt for omitido.  |
| <b>frequencies.txt</b>    | Opcional                    | Horário entre as viagens, em trajetos com a frequência do serviço estipulado  |
| <b>routes.txt</b>         | Obrigatório                 | Trajeto, grupo de viagens apresentadas aos utilizadores como um único serviço   |
| <b>shapes.txt</b>         | Opcional                    | Regras para desenhar os trajetos da viagem  |
| <b>stop_times.txt</b>     | Obrigatório                 | Horário em que o transporte chega e parte da paragem  |
| <b>stops.txt</b>          | Obrigatório                 | Paragens onde os transportes recolhem e deixam os passageiros   |
| <b>trips.txt</b>          | Obrigatório                 | Viagens para cada trajeto, a viagem é uma sequência de duas ou mais paragens que ocorrem durante num período específico.                    |

Tabela 9 – GTFS

Fonte: Github

Todos os ficheiros encontram-se num ficheiro de texto, .txt. Quanto à sua presença, estes podem ser: Obrigatórios – o campo ou o ficheiro tem de estar incluído no conjunto de dados e conter um valor válido para cada registo; Opcionais – o campo ou o ficheiro pode ser omissos do conjunto de dados; Condicionamente Obrigatórios – o campo ou o ficheiro tem de ser incluído nas condições definidas na descrição do mesmo.

### 6.1.3. Rede Viária

Segundo Silva (2009), uma rede é composta por um conjunto de linhas, os arcos, e por um conjunto de pontos, os nós. A rede viária representa a estrutura primordial de dados para a utilização num software de análise de redes. Neste contexto, é imperativo caracterizar cada elemento da rede através da associação de um conjunto de atributos, visando a sua caracterização completa.

Na rede viária, temos os seguintes elementos: direções, largura, extensão, restrições e hierarquias da rede. Estes parâmetros permitem, posteriormente, a definição da velocidade de circulação permitida na rede, por outras palavras, para

cada segmento de linha que compõe a rede, é necessário estabelecer um comprimento e uma velocidade específica, de modo a determinar o tempo necessário para a percorrer.

Segundo Pereira (2012), o desenvolvimento da rede viária tem sido influenciado pela resposta às inovações e necessidades de transporte, visando a otimização das deslocações entre distintos pontos geográficos. A implementação de novas redes viárias tem viabilizado a conexão com áreas previamente remotas de forma mais rápida e eficiente, o que por sua vez, tem estimulado a expansão das áreas periféricas em torno das cidades.

Relativamente ao planeamento do território, o Estado possui um papel central que engloba a supervisão dos sistemas de transporte, que têm como objetivo administrar e aperfeiçoar as infraestruturas, proporcionando acessibilidade e conseqüentemente favorecendo a mobilidade.

A evolução da infraestrutura viária em Portugal ao longo dos séculos foi direcionada para atender às crescentes demandas da população. Inicialmente, essa rede de transporte conectava as principais cidades e vilas do país, sendo que antigamente, as ligações eram estabelecidas através de uma combinação de vias fluviais e terrestres.

Segundo João (2015, p.27), a via pode ser classificada segundo uma hierarquia da rede viária e exercer três funções:

- *“A função “transporte” caracteriza o desempenho de uma via em termos de capacidade e velocidade de escoamento dos fluxos de pessoas e bens e é máxima quando a infraestrutura é em sítio próprio (autoestrada).*
- *A função “acessibilidade” descreve o grau de ligação/relação com um determinado território assegurado por uma via e é inversamente proporcional à função “transporte”.*
- *A função “social” representa a intensidade das atividades que se desenvolvem na envolvente das vias e da relação que a via estabelece com essas atividades.”*

Em relação à hierarquia da rede, esta reflete a importância das conexões a serem estabelecidas e é concretizada através da especificação do perfil e das condições operacionais que a via deve proporcionar, deste modo é possível distinguir 5 níveis:

- *“1º Nível (Rede Supra Concelhia) – deve assegurar os principais acessos ao concelho, as deslocações Intra concelhias de maior distância e, sobretudo, garantir o atravessamento entre concelhos (ligações intermunicipais e regionais);*
- *2º Nível (Rede Estruturante e de Distribuição Principal) – deve assegurar a distribuição dos maiores fluxos de tráfego do concelho, bem como os percursos de média distância e o acesso à rede de 1º nível;*
- *3º Nível (Rede de Distribuição Secundária) – deve ser composta por vias internas aos aglomerados urbanos e assegurar a distribuição próxima, bem como o encaminhamento dos fluxos de tráfego para as vias de nível superior;*
- *4º Nível (Rede de Distribuição Local, rede de proximidade) – deve ser composta por vias estruturantes ao nível do bairro, com alguma capacidade de escoamento, mas onde o elemento principal é já o peão;*
- *5º Nível (Rede de Acesso Local) - deve garantir o acesso rodoviário ao edificado, reunindo condições privilegiadas para a circulação pedonal.” (IMTT, 2011b, p.18).*

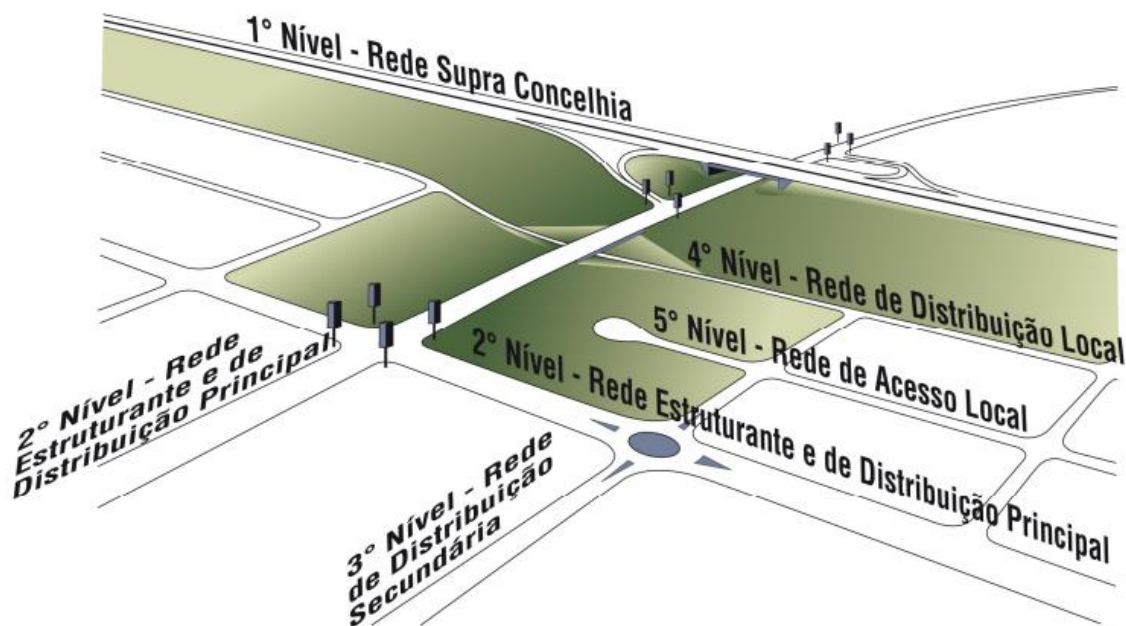


Figura 8 - Níveis da Rede Viária

Fonte: IMTT, 2011b

Neste trabalho podemos identificar na variável da rede viária características essenciais para a sua análise, nomeadamente os nomes das vias, todos os níveis hierárquicos acima supracitados, a restrição de acesso a pedestres, entre outros.

## 6.2. Metodologia

Nesta dissertação, irei fazer um estudo das acessibilidades na cidade de Lisboa, tendo por base os GTFS sobre a Carris, CP e Metropolitano e a BGRI. Um dos cenários proeminentes no âmbito de acessibilidades na AML reside na necessidade de transportar, aproximadamente, 265 000 indivíduos para a cidade de Lisboa, independentemente dos contínuos congestionamentos rodoviários, em geral, os movimentos pendulares ocorrem através de transportes públicos.

Com o intuito de realizar uma análise e caracterização adequada da rede de transportes públicos na cidade de Lisboa, recorri aos GTFS. Inicialmente efetuei uma análise abrangente de todos os conjuntos de dados de entrada, incluindo os GTFS, rede viária, BGRI, entre outros, procedi à criação de uma *geodatabase* e de um *feature dataset* dedicado a esse propósito. Os GTFS foram submetidos a um processo de conversão para se adequarem a um modelo de dados de transporte público.

Para que este processo fosse mais breve, recorri nesta primeira fase, à linguagem do *Python* – linguagem de programação, orientada a objetos, funcional, dinâmica e forte. Esta opção permitiu visualizar e selecionar as colunas pertinentes de forma dinâmica. Inicialmente, importei as variáveis que necessitavam de intervenção, nomeadamente as “*stop\_times*”, com o objetivo de analisar a frequência em cada paragem, foram selecionadas as colunas “*stop\_id*” e “*trip\_id*” e subsequentemente feito o cálculo do *count* para todas as linhas. Do mesmo modo, para analisar as carreiras, foram selecionadas as “*routes*” e “*trips*”. Para que cada viagem estivesse associada à respetiva rota, foi necessário realizar um *merge* entre ambas as variáveis e posteriormente, com as “*stop\_times*” para estabelecer a ligação entre as paragens e as carreiras. Como resultado, obtivemos um conjunto de dados que associa cada paragem às carreiras correspondentes, restando apenas o cálculo do *count* necessário para determinar quantas carreiras servem cada paragem.

Posteriormente, foi feita a integração da rede viária correspondente, através da criação de uma *Network Dataset*. Esta integração foi fundamental para fornecer estimativas precisas ao realizar a análise de trajetos. A inspeção detalhada das características intrínsecas à rede foi complementada pela utilização da ferramenta *Network Analysis*, permitindo a realização de análises mais avançadas.

A disponibilidade do serviço em termos espaciais e temporais desempenha um papel crucial na escolha do modo de transporte. Assim sendo, gerei um indicador composto – “(...) medida que associa diferentes variáveis socioeconômicas e de ambiente em um índice sintético, para analisar as características de grupos populacionais vivendo em determinadas áreas geográficas.” (Akerman, 2000, p.2) - que medisse o nível de acessibilidade das paragens, neste caso um indicador de acessibilidade.

Na elaboração deste indicador, foi necessária uma análise das variáveis associadas às carreiras e às frequências do transporte, atribuindo a cada uma delas uma ponderação específica. As carreiras desempenham um papel de maior relevo no cotidiano, razão pela qual foi atribuída uma ponderação maior do que à frequência. Isso se justifica pela necessidade imperativa de expandir e consolidar a infraestrutura de transporte até às áreas periféricas, a fim de atender à dispersão populacional e reduzir a dependência do transporte privado em favor do público, segundo Candido (2022), ao ampliar o número de rotas disponíveis, é possível aumentar a acessibilidade que está intrinsecamente ligada à eficácia desses meios e oferecer aos passageiros um serviço mais amplo de oportunidades para se deslocarem pela cidade.

Em suma, à variável referente ao número de carreiras foi dada uma ponderação de 60% e à variável frequência das carreiras, os restantes 40%, pois ao introduzir mais rotas, é melhorada a fluidez, a rapidez e a frequência do serviço, resultando em uma experiência de transporte mais eficiente e eficaz para os usuários:

$$\text{Índice de Acessibilidade} = (\text{carreiras} \times 0.60) + (\text{frequências} \times 0.40)$$

Após a preparação dos dados e da operacionalização do índice de acessibilidade, é possível avançar para a realização de métricas decorrentes da análise de redes (*Network Analysis*, no software ArcGisPro), de forma a determinar a área de influência do serviço (*Service Area*).

Para executar as áreas de influências é imperativo dispor da variável referente às paragens, que serão importadas como *facilities* para identificar as suas localizações geográficas. De seguida, procedemos com vários *cutoffs* a fim de obter várias perspectivas da informação, a diferentes escalas, sempre com uma *high precision*. Posteriormente, faremos uma interseção entre as áreas de influência e a

BGRI, visando compreender a população que é compreendida nos polígonos determinados.

A BGRI – Base Geográfica de Referenciação de Informação –possibilita “(...) a geo-referenciação, processamento e representação de informação para todos os níveis geográficos em qualquer zona do país, designadamente: Subsecção estatística, Secção estatística, Freguesia, Concelho, Distrito, NUTS III, NUTS II, agrupamento de concelhos, Lugar ou qualquer conjugação das anteriores.” (Geirinhas, 2001, p.3).

Assim sendo, foi adquirida a BGRI referente à cidade de Lisboa onde foi feito o seu tratamento que envolveu a segmentação etária em grupos dos 0 aos 14 anos, dos 15 aos 64 anos e com idade igual e superior a 65 anos. Na sequência, foi realizado o cálculo da densidade populacional para cada um desses grupos, determinando a relação entre o número de pessoas e a respetiva área territorial. De seguida, foi gerado um corte da BGRI pelos polígonos estipulados nos *cutoffs* das áreas de influência e procedeu-se a um novo cálculo da densidade populacional, onde multiplicamos a população com as novas áreas correspondentes dos polígonos.

$$\text{Densidade Populacional} = \frac{\text{Total de Individuos}}{\text{Área (m}^2\text{)}}$$

Após a integração da população com as áreas de influência, surge a necessidade de considerar um critério de análise fundamental, o Índice de Acessibilidade por Grupo Etário. Neste caso, o objetivo é avaliar o índice de acessibilidade existente entre os diversos grupos etários e a rede de transportes em cada uma dessas áreas, desse modo, foi calculado o seguinte:

$$\begin{aligned} & \text{Índice de Acessibilidade por Grupo Etário} \\ & = \text{Índice Acessibilidade} \times \text{População em cada Grupo Etário} \end{aligned}$$

Este cálculo provém do índice de acessibilidade previamente calculado para todas as paragens, de modo a ter uma visão geral da acessibilidade em cada freguesia e conseqüentemente da população que lá reside. Para o efeito foi multiplicado o Índice de Acessibilidade pela população residente subdividida pelos grupos etários, a saber dos 0-14 anos, 15-64 anos e  $\geq 65$  anos. A população e o índice de acessibilidade resultante, vão sendo alterados consoante os metros estipulados pelas áreas de influência e as paragens ou entradas para as estações que estas vão englobando.

Este cálculo resulta num grande valor absoluto, de difícil compreensão. A fim de facilitar a interpretação dos dados, procedeu-se à sua normalização. A normalização dos dados é uma técnica de padronização de recursos, que converte um conjunto de dados de diferentes escalas numa escala comum, facilitando o processamento dos dados na modelação, neste caso irá ser numa escala de 0 a 100 (AskPython, 2020). Esta normalização é feita com recurso à seguinte formula:

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times 100$$

*X<sub>norm</sub>* – Normalização do grupo etário

*X* – Grupo Etário

*X<sub>min</sub>* – Valor mínimo da população

*X<sub>max</sub>* – Valor máximo da população

Fonte: AskPython (2020)

Por último, para verificar por outra perspetiva as acessibilidades referentes às diferentes faixas etárias, o território foi subdividido em quantis com base na variável que representa o indicador de acessibilidade por grupo etário. No 1º quantil encontramos as áreas onde a população apresenta uma acessibilidade restrita, enquanto no 4º quantil dispomos das áreas que oferecem excelentes condições de acessibilidade aos transportes públicos para a população residente.

## Capítulo 7 – Análise de Resultados

De acordo com Marques da Costa (2016), a rede de infraestruturas de transportes na AML é vasta, o que se traduz em níveis substanciais de acessibilidades. A ligação entre o indivíduo e a empresa tem sido transformada pela rede de transporte, manifestando-se na multiplicidade de opções para destinos de habitação, ocupação laboral, atividade comercial e lazer. A otimização das instalações e a *performance* dos transportes tem reduzido consideravelmente a duração das deslocações, ampliando as oportunidades de emprego, descentralizando as habitações e empregos e modificando os padrões de mobilidade.

A rede viária compreende ruas de alta capacidade, Itinerários Principais e Complementares, muitos deles em formato de autoestradas, assim como, outras ruas que asseguram a extensibilidade da rede. A ferrovia viabiliza a conetividade de norte a sul por meio da Linha Norte, Oeste e Sul, na década de 90 ocorreu a modernização do sistema de sinalização e segurança, bem como pela expansão para quatro vias entre Lisboa e a Azambuja e entre Lisboa e o Cacém. Em relação à rede metropolitana, esta é composta por quatro linhas e abrange igualmente os concelhos circundantes da Amadora, Odivelas e Moscavide.

As transformações demográficas, como o declínio e envelhecimento demográfico, têm modificado, significativamente, os padrões de deslocação. Estas novas tendências requerem uma maior acessibilidade e velocidade no transporte, o que vem expandido a relevância das deslocações individuais devido à sua versatilidade, disponibilidade e rapidez, em comparação com o serviço de transporte público. Logo, um dos elementos essenciais na determinação da mobilidade, é a avaliação da acessibilidade, representada em distância-tempo, relativamente às principais áreas urbanas.

Assim sendo, é imperativo considerar um conjunto de características, tais como, as paragens, as carreiras e a frequência. As paragens assumem um papel de primordial importância, uma vez que servem como ponto de acesso dos passageiros ao sistema de transporte. Segundo Costa em 2008, o número de paragens deve ser regulado, mantendo-se idealmente em torno de 2 a 3 paragens por quilómetro, onde é definida por uma linha que traça o conjunto de pontos situados a uma distância temporal de aproximadamente 5 minutos, correspondendo a cerca de 300 metros, da paragem.

É fundamental que a paragem seja concebida de modo que os passageiros aguardem pelo transporte de maneira confortável, além de viabilizar um embarque e desembarque sem complicações. As paragens devem ser estrategicamente localizadas em proximidade a áreas geradoras de fluxos de pessoas, e simultaneamente, devem ser dispostas de modo a não causar impacto significativo no trânsito circundante.

Tendo por base a figura 9, relativamente às paragens de autocarro da Carris, podemos verificar que existem inúmeras paragens ao longo de toda a cidade de Lisboa, mais precisamente, um total de 2300.

Relativamente ao Metropolitano e à CP, há um elevado decréscimo no número de estações/paragens, dado que estes dispõem de uma infraestrutura definida, como é possível observar na figura 10 e 11, o metro apresenta cerca de 176 acessos à rede e o comboio 45, respetivamente.

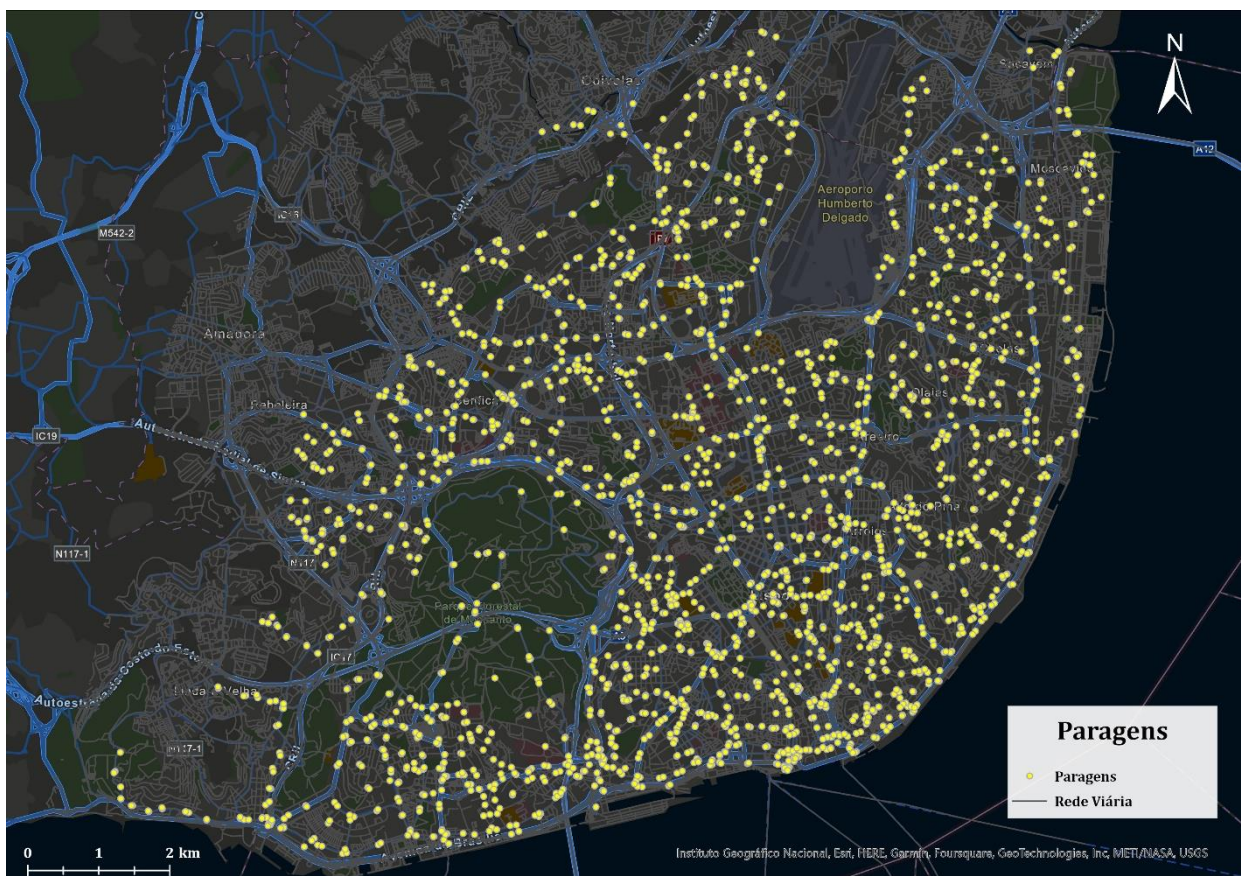


Figura 9 – Distribuição das paragens de autocarros da Carris

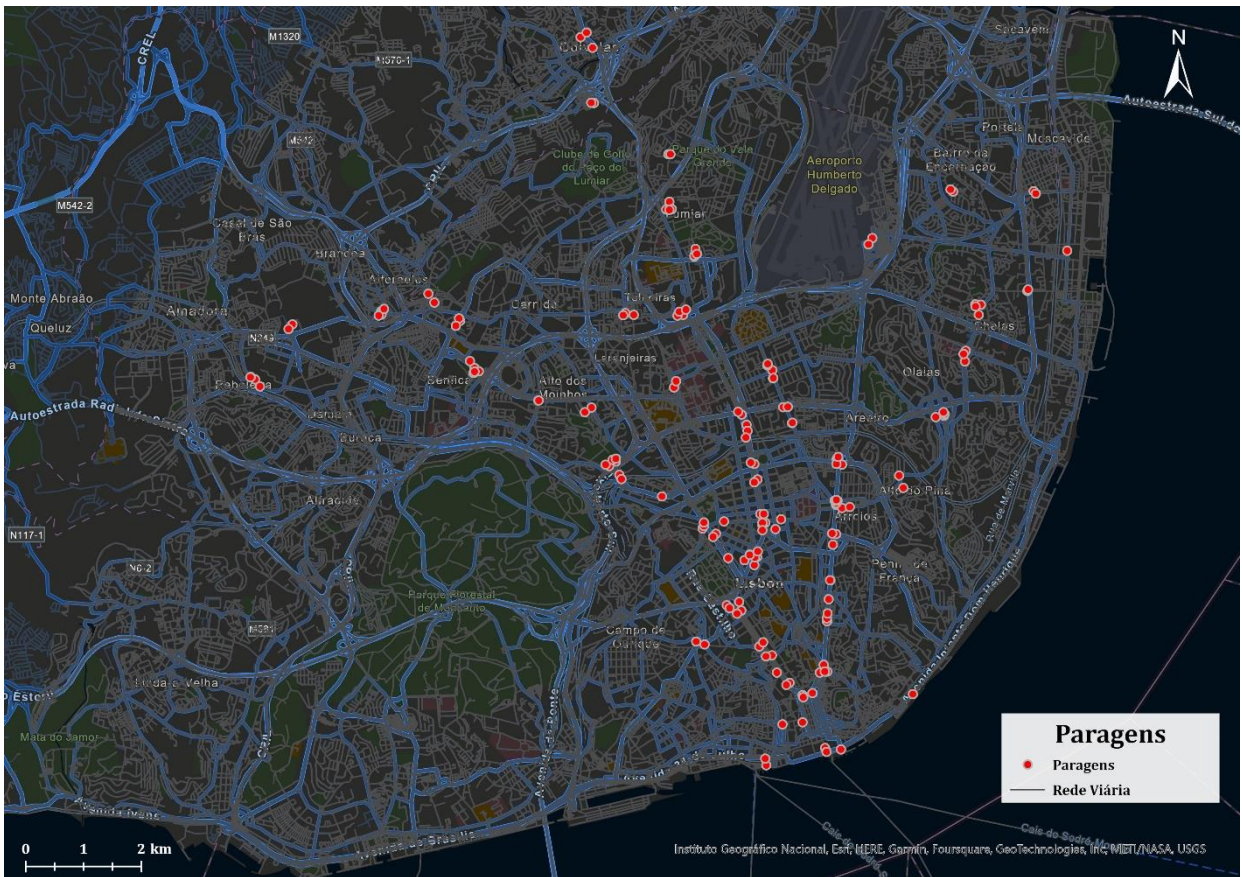


Figura 10 – Distribuição das entradas nas estações do Metropolitano de Lisboa



Figura 11 – Distribuição das entradas nas estações da CP

Com o objetivo de analisar os níveis de acessibilidade correspondentes a cada modo de transporte é necessário considerar fatores como a frequência dos serviços em cada paragem/acesso, assim como os destinos associados às carreiras.

Segundo Costa (2008), a frequência refere-se ao número de transportes que transita num determinado ponto durante um intervalo de tempos específico, geralmente uma hora. De um modo geral, as preferências divergem entre os passageiros e as entidades operadoras, enquanto os passageiros favorecem os tempos de espera reduzidos viabilizados por frequências elevadas, as operadoras ambicionam frequências que otimizem a eficiência da operação. A definição dos intervalos deve considerar diversos fatores, incluindo as particularidades tecnológicas dos transportes, a segurança, os procedimentos de embarque e desembarque, a coordenação das partidas, entre outros, o que garante que sejam praticados os valores adequados a cada contexto, respeitando as diferentes exigências impostas por cada situação.

Deste modo, foi feita uma avaliação da frequência em cada paragem. Segundo Almeida (2019), existem serviços de baixa e alta frequência, numa circunstância de alta frequência, os autocarros estão distribuídos do mesmo modo ao longo da rota, assegurando períodos constantes entre as chegadas numa paragem específica, neste caso os passageiros tendem a chegar às paragens de maneira imprevisível, sem depender do horário. Porém, na realidade, uma circunstância de baixa frequência é mais comum, dado os inúmeros fatores que dificultam a manutenção de intervalos regulares entre os autocarros, como a procura e as oscilações no trânsito, deste modo, os passageiros necessitam de consultar os horários e sincronizar a sua chegada à paragem de acordo com os horários estimados para a chegada do transporte, para que seja possível minimizar o tempo de espera.

No caso da Carris (Fig. 12), a frequência varia entre 2 e 691 passagens diárias, sendo quatro as paragens que apresentam uma menor frequência, apenas 2 passagens, sendo estas, na Avenida Manuel da Maia, Rua das Murtas, Avenida de Ceuta e Avenida Almirante Reis, relativamente à paragem com a maior frequência, esta está situada na Praça da Figueira, no Rossio, o que faz sentido, dado que é um local turístico localizado na Baixa Pombalina, um dos principais bairros do centro da cidade. A zona ribeirinha destaca-se como a área com a maior frequência de autocarros, seguida por alguns locais pontuais como a Estação do Oriente, Aeroporto, Campo Grande, Cidade Universitária, Marquês de Pombal, isto é, zonas mais centrais. Por outro lado, a menor frequência distribui-se de maneira mais dispersa pela restante cidade, focando-se mais nas zonas periféricas, como Alfragide, Carnide, Lumiar.

Em relação ao metro (Fig. 13), a frequência varia entre 26 e 68. São 15 estações que apresentam uma menor frequência – 26 - sendo estas, nas Estações de Alvalade, Roma, Areeiro, Arroios, Anjos, Intendente, Martim Moniz, Rossio, Cais do Sodré, Telheiras, Quinta das Conchas, Lumiar, Ameixoeira, Senhor Roubado e Odivelas, o que se justifica pelo facto destas estações apenas operarem com uma linha. Quanto à estação com a maior frequência – 68 – localiza-se em São Sebastião, de seguida no Marquês de Pombal – 66 – e Baixa-Chiado com 64, todas estas estações ocupam uma posição central na rede e são servidas por duas linhas diferentes, o que contribui para este aumento da frequência

No que se refere ao comboio (Fig.14), a frequência varia um pouco mais que a do metro, entre 7 a 262 passagens. Apenas duas estações apresentam a menor frequência – 7 – a estação de Marvila e a de Alcântara Terra e uma estação a maior frequência – 262 – sendo esta na estação de Benfica, contudo existem mais duas estações que se destacam visualmente, sendo estas a Estação do Oriente e de Braço de Prata, pontos de entrada significativos de população.

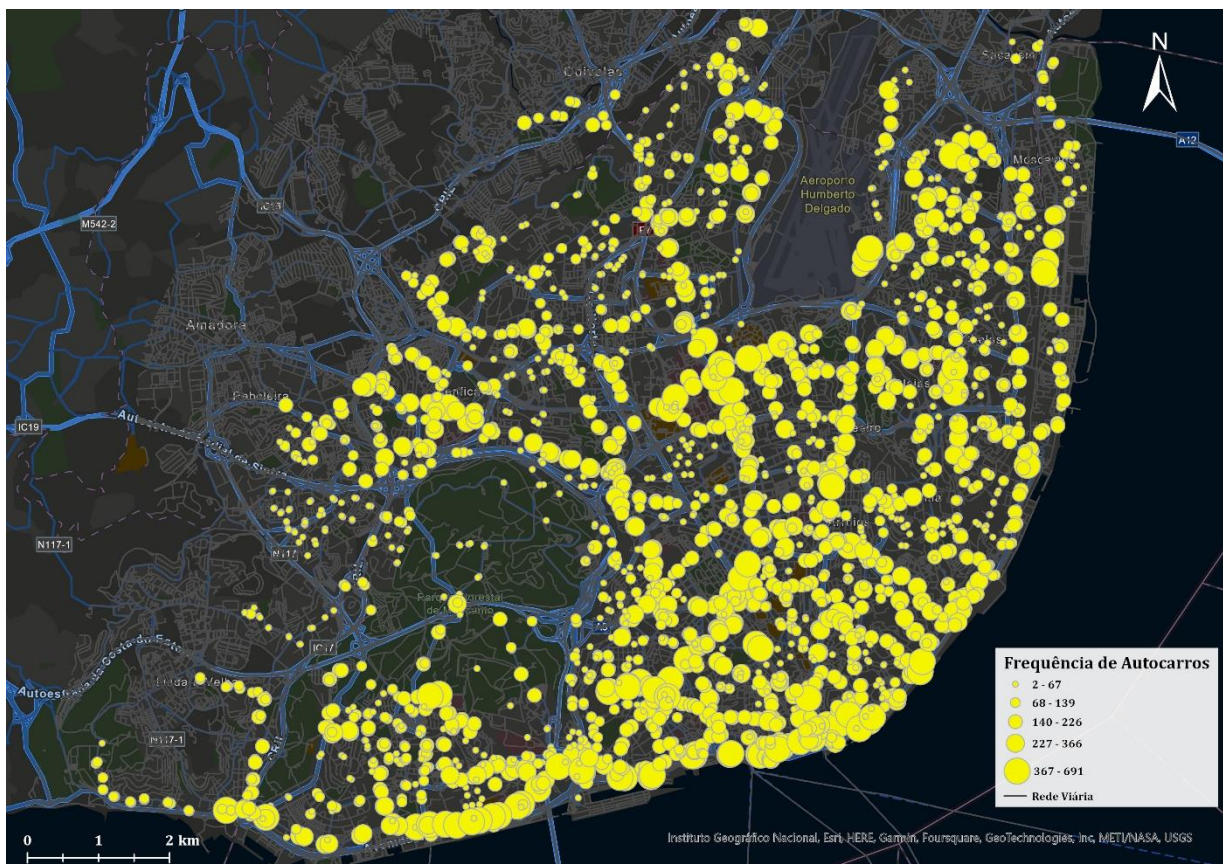


Figura 12 – Distribuição do número de passagens diárias nas paragens da Carris

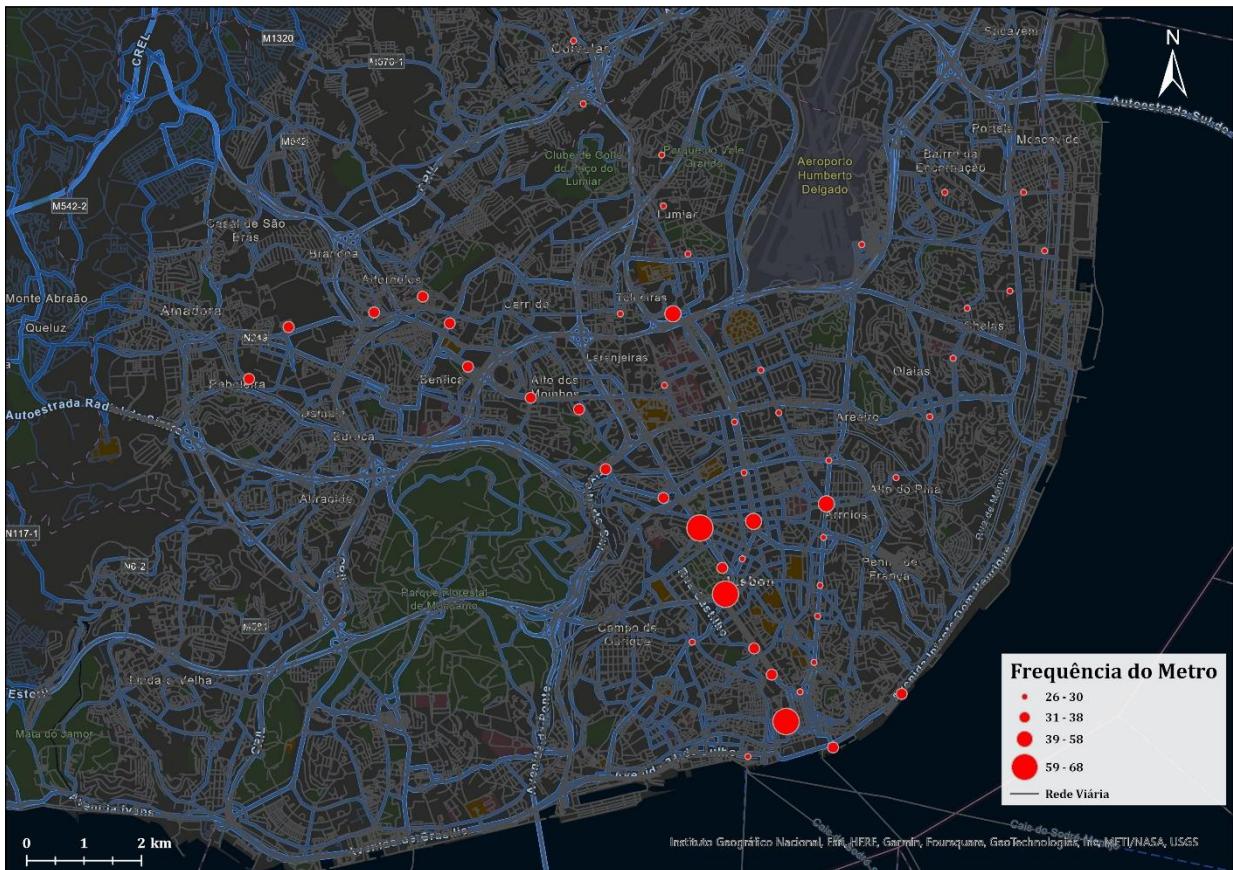


Figura 13 – Distribuição do número de passageiros nas estações do Metropolitano de Lisboa

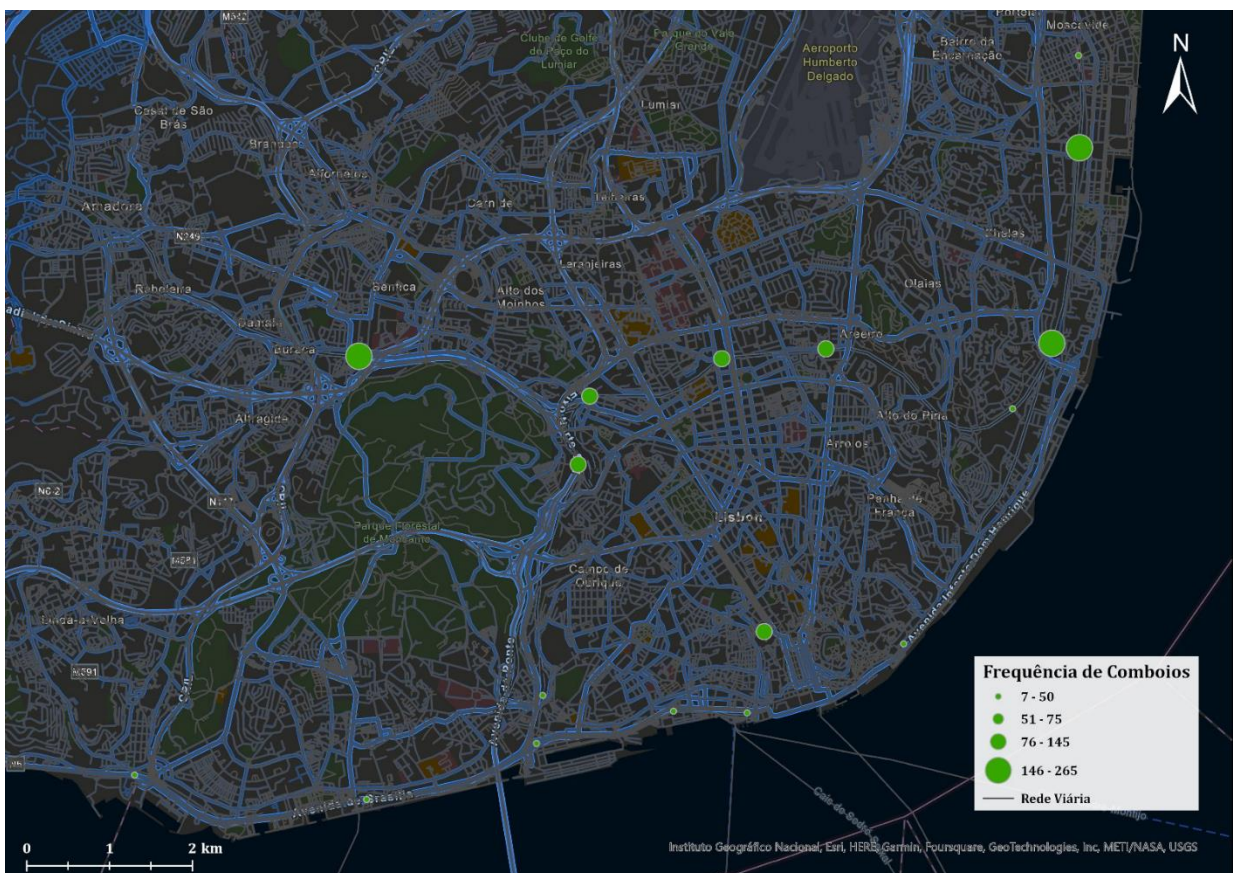


Figura 14 – Distribuição do número de passageiros nas estações da CP

Tendo por base as figuras anteriores, verificamos que a distribuição ao longo dos trajetos não são constantes, existem estratégias para aprimorar os problemas relativos aos períodos de espera, como se focar na preservação de tempos uniformes entre os transportes, invés de priorizar o estrito cumprimento dos horários. Segundo Almeida em 2019 (p.19), há um *“(...) limiar de 10 minutos de intervalo acima do qual os passageiros verificam os horários afixados (rotas de baixa frequência) ou abaixo, quando se assume que chegam aleatoriamente (rotas de alta frequência).”*

Por último, abordamos as carreiras, que são identificadas como conexões definidas no sistema de transporte público, seguindo trajetos definidos, horários e intervalos mínimos, juntamente com tarifas pré-estabelecidas. Podem ser classificadas em relação à localidade, em *“a) urbanas as que se efetuam dentro dos limites urbanos, podendo ainda classificar-se como urbanas as que efetuam serviço entre grandes centros populacionais e localidades vizinhas, desde que o respetivo percurso se faça através de vias urbanas e sejam assim definidas pela autoridade concedente; ii) interurbanas todas as restantes.”* (Costa, 2008, p.5).

As carreiras constituem vínculos entre distintos pontos da estrutura urbana, sendo crucial compreender o percurso – espaço – como também o período operacional e frequência de passagem – tempo. A sua rede está construída para *“(...) atender um número grande de bairros, tornando muito lenta a velocidade da viagem, que começa nos bairros mais periféricos com destino ao centro da cidade.”* (Candido, 2022, p.159)

Nas figuras seguintes, ilustra-se a rede de carreiras na cidade de Lisboa, referente à Carris, Metropolitano de Lisboa e CP. Na figura 15 verifica-se que grande parte dos autocarros da Carris, distribuídos por toda a cidade, apenas apresentam entre 1 a 3 carreiras. Em zonas particulares, como em Cais do Sodré, Alcântara, Ajuda, Marquês de Pombal, Terreiro do Paço, Belém, Benfica, Oriente, Santa Apolónia, Santos, Entrecampos e Campo Grande, devido ao elevado fluxo de pessoas, os serviços de autocarros são diversificados, englobando uma variedade de destinos. Estas regiões, muitas das quais interagem substancialmente com o sistema ferroviário, precisam atender às necessidades da população que pretende se deslocar para o seu local de trabalho.

O sistema do metro acaba por ser um pouco diferente, por possuir uma infraestrutura fixa, acaba por ter uma menor variedade de destinos. Na figura 16, é evidente que na rede do metro, as estações apenas possuem dois ou quatro destinos. Nas situações em que há apenas uma linha, as estações têm dois destinos – um em cada direção – em contrapartida, as estações onde duas linhas se cruzam

apresentam quatro destinos – dois para cada linha correspondente. Assim, todas as estações apresentam dois destinos como regra geral, com a exceção das Estações da Baixa-Chiado, Marquês de Pombal, São Sebastião, Saldanha, Alameda e Campo Grande, que, devido à interseção de duas linhas, compreendem quatro destinos. Essa realidade é claramente demonstrada no mapa através dos círculos de maiores proporções que significam a interseção na Estação da Baixa-Chiado da linha verde com a linha azul; Marquês de Pombal da linha amarela com a azul; São Sebastião da linha vermelha com a azul; Saldanha linha amarela com vermelha; Campo Grande linha amarela com a verde e por fim, na Alameda da linha vermelha com a verde.

No caso do comboio, figura 17, a linha de Cascais é a que apresenta uma menor variedade de carreiras, apenas quatro destinos, sendo eles Cascais – Cais do Sodré e Cais do Sodré - Cascais, bem como, Oeiras – Cais do Sodré e Cais do Sodré – Oeiras.

De seguida temos a Linha da Azambuja e a Linha de Sintra, onde em cada estação destacamos três classes referentes ao número de destinos:

- **Classe dos 2-6:**
  - Santa Apolónia (Santa Apolónia – Azambuja e Azambuja – Santa Apolónia);
  - Marvila e Alcântara Terra (Alcântara – Azambuja, Alcântara – Castanheira do Ribatejo e Castanheira do ribatejo - Alcântara)
  - Rossio (Mira Sintra-Meleças – Rossio e Rossio - Mira Sintra-Meleças).
  
- **Classe dos 7-11:**
  - Moscavide (Santa Apolónia – Azambuja e Azambuja – Santa Apolónia, Alcântara – Castanheira do Ribatejo e Castanheira do Ribatejo – Alcântara, Alcântara – Azambuja, Sintra – Alverca e Alverca – Sintra);
  - Roma-Areeiro e Sete Rios (Alcântara – Castanheira do Ribatejo e Castanheira do Ribatejo – Alcântara, Alcântara – Azambuja, Sintra – Alverca e Alverca – Sintra, Sintra - Oriente, Oriente – Sintra);
  - Campolide (Alcântara – Castanheira do Ribatejo e Castanheira do Ribatejo – Alcântara, Alcântara – Azambuja, Mira Sintra-Meleças – Rossio e Rossio - Mira Sintra-Meleças, Sintra – Rossio e Rossio – Sintra).

▪ **Classe dos 12-13:**

- Braço de Prata e Oriente (Santa Apolónia – Azambuja e Azambuja – Santa Apolónia, Alcântara – Castanheira do Ribatejo e Castanheira do Ribatejo – Alcântara, Alcântara – Azambuja, Sintra – Alverca e Alverca – Sintra e Sintra - Oriente, Oriente – Sintra);
- Benfica, Cruz Damaia, Reboleira e Amadora (Mira Sintra-Meleças – Rossio e Rossio - Mira Sintra-Meleças, Sintra – Alverca e Alverca – Sintra e Sintra - Oriente, Oriente – Sintra, Sintra – Rossio e Rossio – Sintra);

Os destinos, neste caso, são um pouco mais restritos, as estações com a maior frequência, conseqüentemente, são as estações com o maior número de destinos e vice-versa.

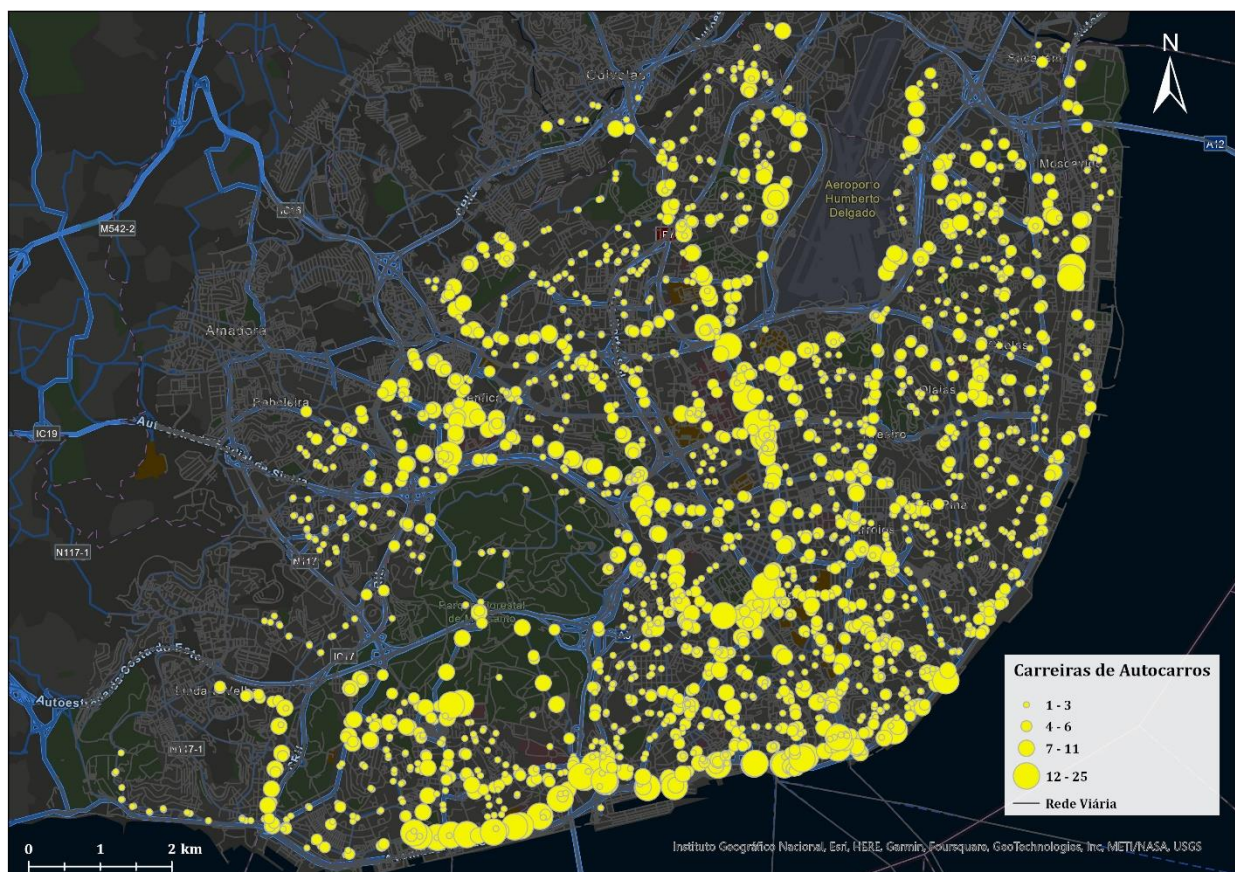


Figura 15 – Distribuição do número de destinos nas paragens da Carris

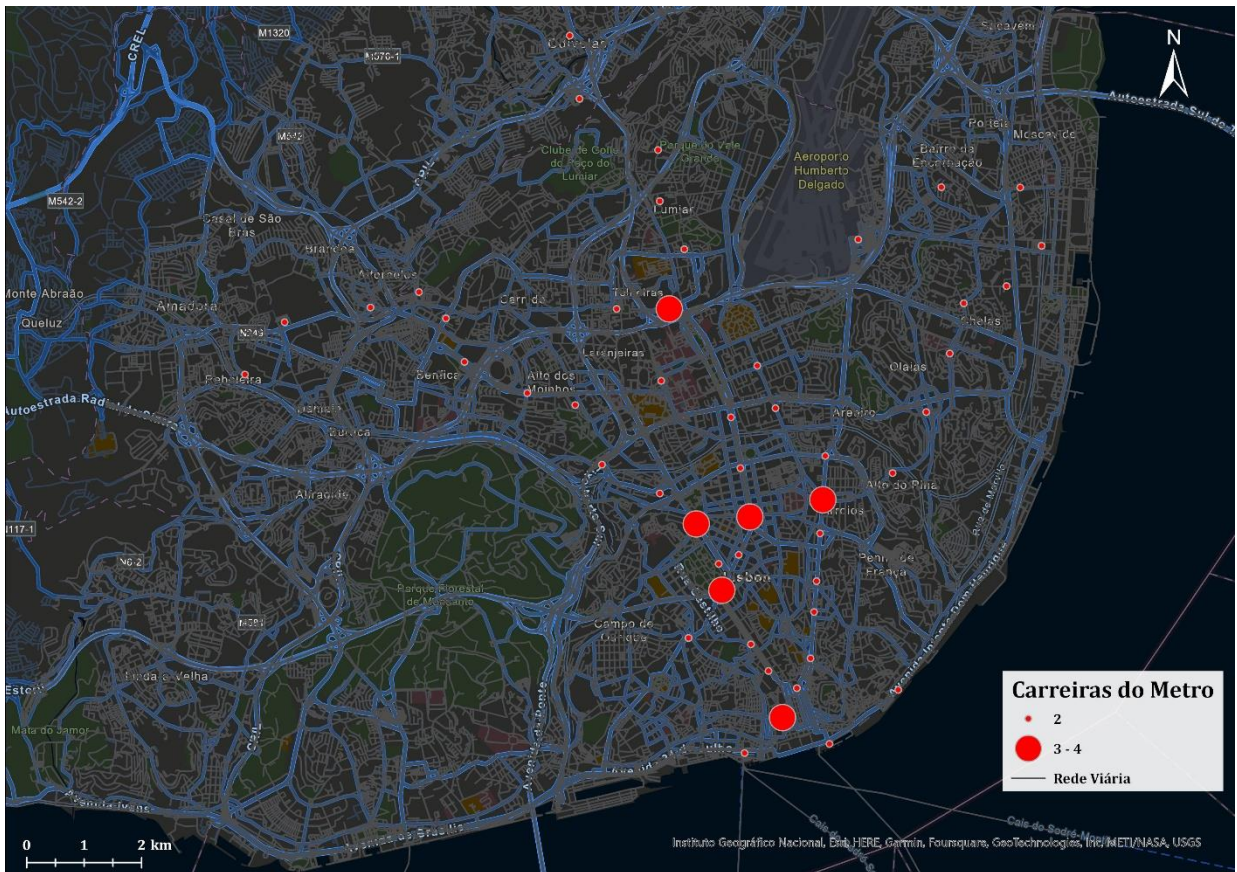


Figura 16 – Distribuição do número de destinos nas estações do Metropolitano de Lisboa

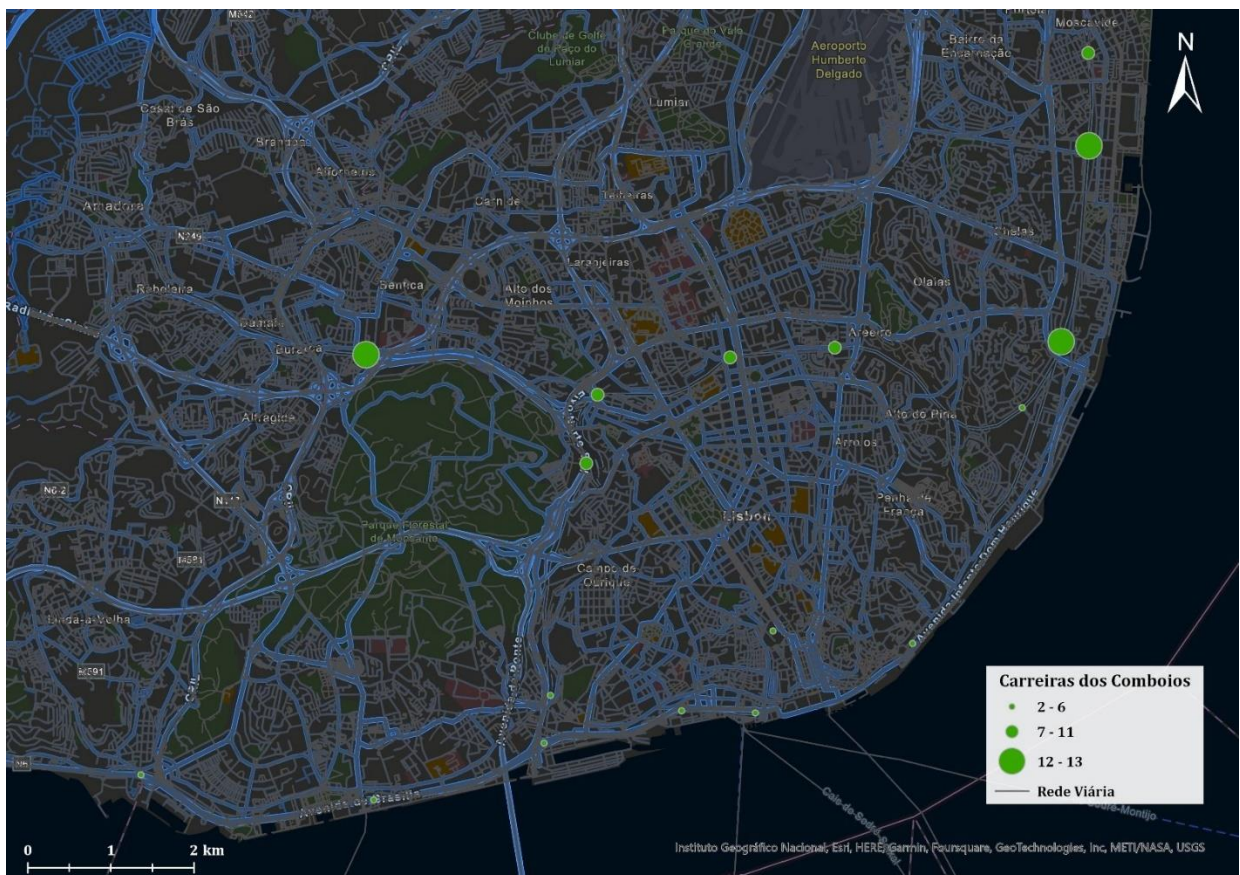


Figura 17 – Distribuição do número de destinos nas estações da CP

A oferta do serviço no espaço e no tempo (frequência) são fatores fundamentais na seleção do modo de transporte. A capacidade de um passageiro realizar uma viagem utilizando diversos modos de transporte, com o intuito de minimizar discontinuidades, tempo e inconvenientes relacionados às transferências, tem adquirido uma importância crescente. Utilizando o Indicador Composto, conseguimos avaliar o grau de acessibilidade das paragens, como é evidenciado pelas seguintes figuras.

Deste modo, podemos verificar nas figuras 18, 19 e 20, o indicador de acessibilidade da Carris, Metropolitano de Lisboa e Comboios de Portugal, respetivamente. Relativamente às paragens dos autocarros (Fig.18), o indicador varia entre 1,4 e 279,4, existem quatro paragens com o menor nível de acessibilidade, sendo estas, na Avenida Manuel da Maia, na Rua das Murtas, na Avenida de Ceuta e na Avenida Almirante Reis, já as com o maior nível de acessibilidade situam-se na Rua Bernardino Costa e na Praça da Figueira. No que diz respeito à sua distribuição no geral, a zona ribeirinha, Marquês de Pombal, Campo Grande, Aeroporto e Oriente são áreas que se destacam com uma maior acessibilidade, outrora, um baixo nível de acessibilidade destaca-se um pouco espalhado por toda a cidade, maioritariamente nas suas áreas periféricas.

Dada a limitada diversidade de destinos apresentada pelo metro (Fig.19), o índice de acessibilidade é mais reduzido, uma vez que a ênfase recai sobre o número de destinos alcançados. De qualquer modo, é de salientar que o índice varia entre 11,6 e 29,6, e que 13 estações apresentam o nível de acessibilidade mais baixo, sendo aqueles que apenas se conectam a 2 destinos, em contrapartida, a estação de São Sebastião destaca-se com o nível mais alto de acessibilidade alcançado.

No que se refere ao comboio (Fig.20), o nível de acessibilidade varia entre 4,6 e 112,6. Apenas duas estações apresentam o menor nível de acessibilidade, sendo estas em Marvila e Alcântara Terra, já a estação com maior acessibilidade é a estação de Benfica.

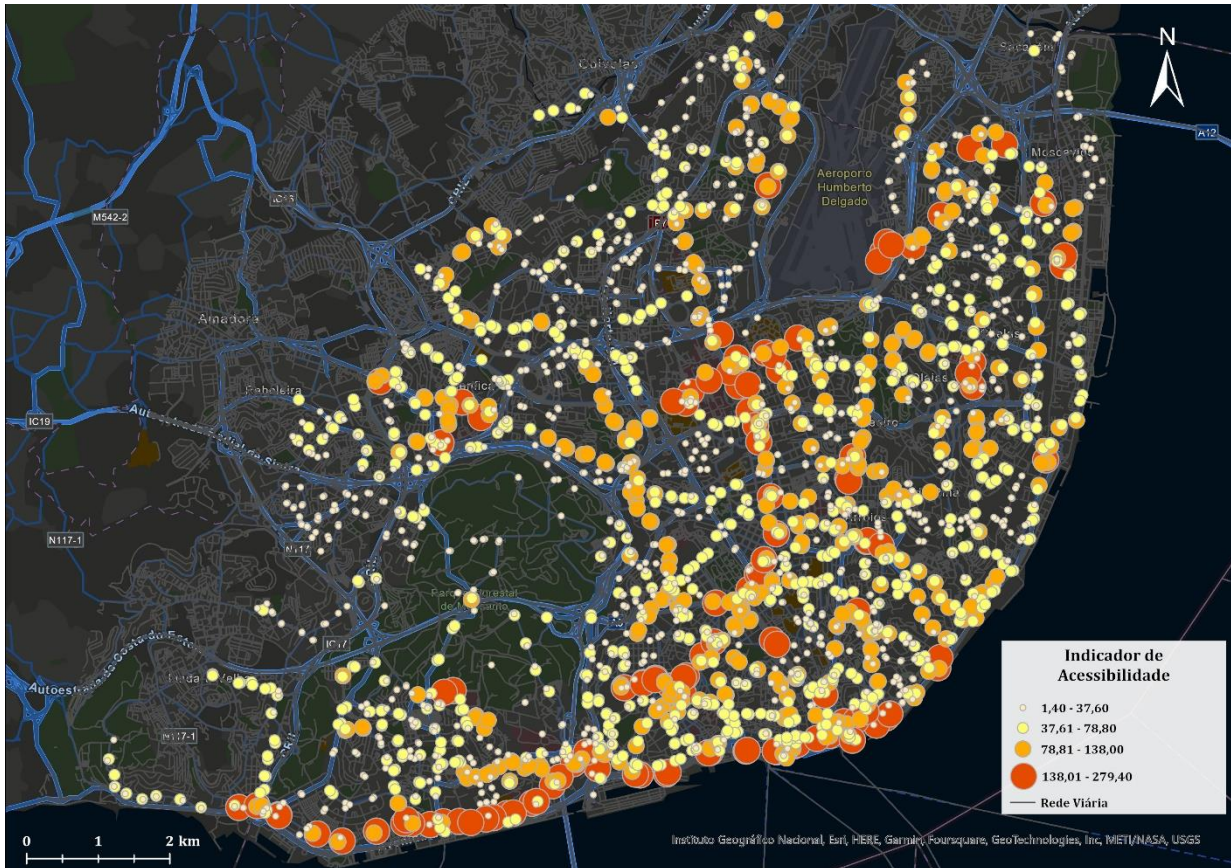


Figura 18 - Acessibilidade urbana em Lisboa - Carris



Figura 19 - Acessibilidade urbana em Lisboa - Metropolitano de Lisboa

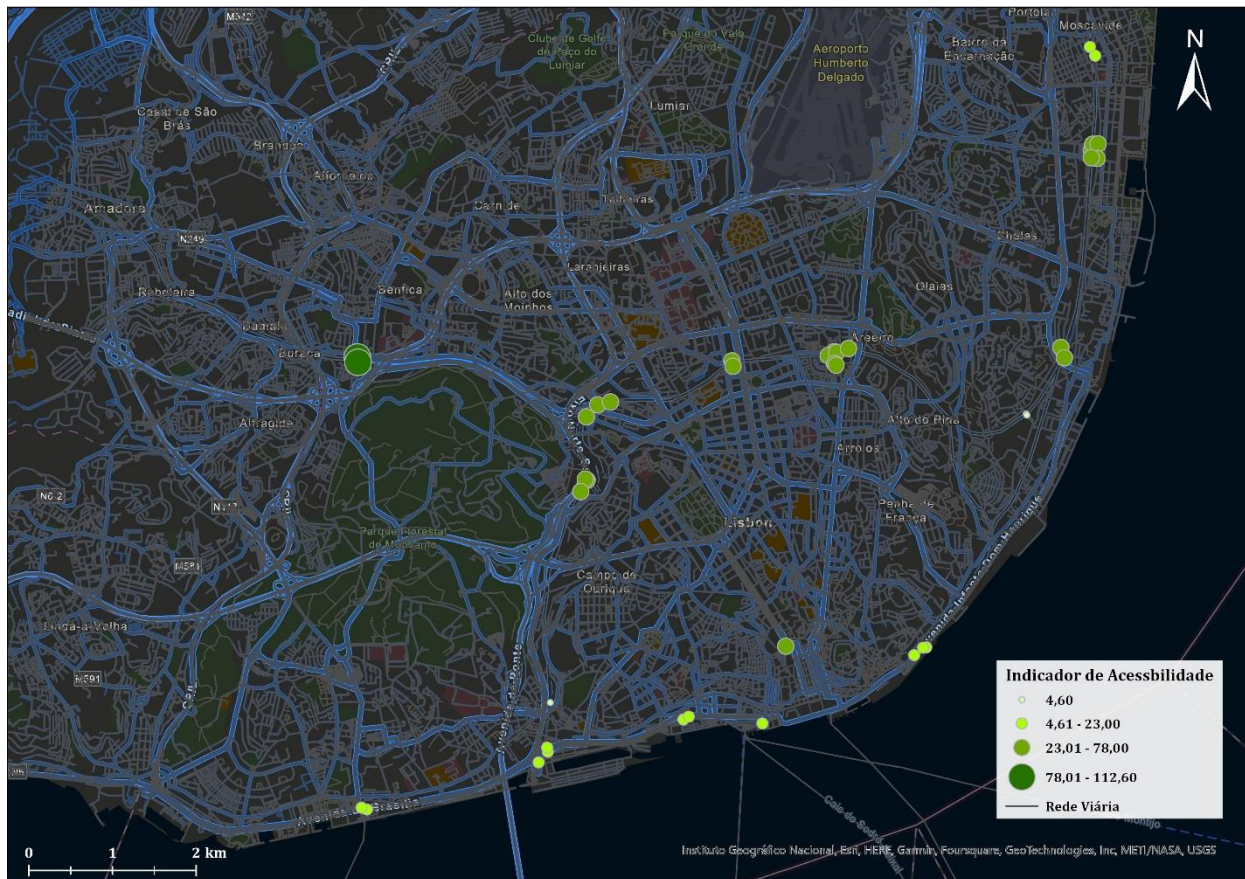


Figura 20 - Acessibilidade urbana em Lisboa - CP

A transição para as áreas de influência envolve a análise das variáveis das paragens, população e respetiva área territorial, resultando no cálculo da densidade populacional. Uma análise mais detalhada da informação relacionada com as três empresas é apresentada nas figuras subsequentes.

Das figuras 21 à 27, temos as áreas de influência calculadas. No que se refere à Carris, foram estabelecidos *cutoffs* de 50, 100 e 150 metros, devido à elevada densidade de paragens, o que requer uma análise minuciosa. No caso do Metropolitano e da CP, foram aplicados *cutoffs* de 200 e 400 metros e 450 e 750 metros, respetivamente, o que se justifica pelo facto dessas redes de transporte, devido à sua infraestrutura fixa, possuírem um raio de alcance maior, a fim de abranger não apenas a infraestruturas em si, mas também as diversas entradas e saídas que se encontram localizadas em diferentes pontos da rede viária.

As áreas de influência permitem determinar as regiões que podem ser alcançadas com um determinado custo definido, neste caso, a distância em metros. Assim sendo, para que seja possível estudar as acessibilidades por toda a cidade de Lisboa, foi necessário cruzar as áreas de influência, anteriormente apresentadas, com a nova densidade populacional, previamente calculada para os novos polígonos.



Figura 21 - Área de Influência de 50m em torno das paragens da Carris



Figura 22 - Área de Influência de 100m em torno das paragens da Carris

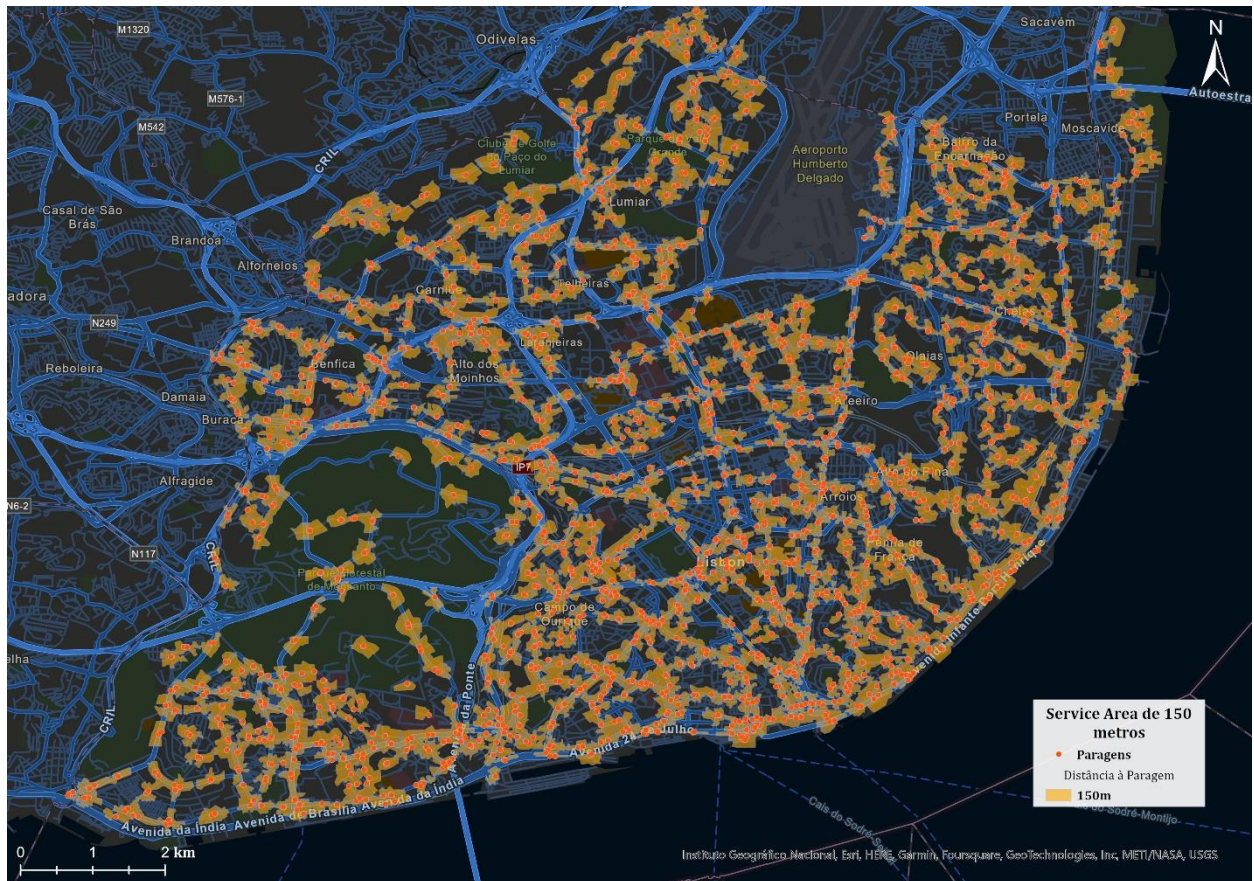


Figura 23 - Área de Influência de 150m em torno das paragens da Carris



Figura 24 - Área de Influência de 200m em torno das estações do Metropolitano de Lisboa

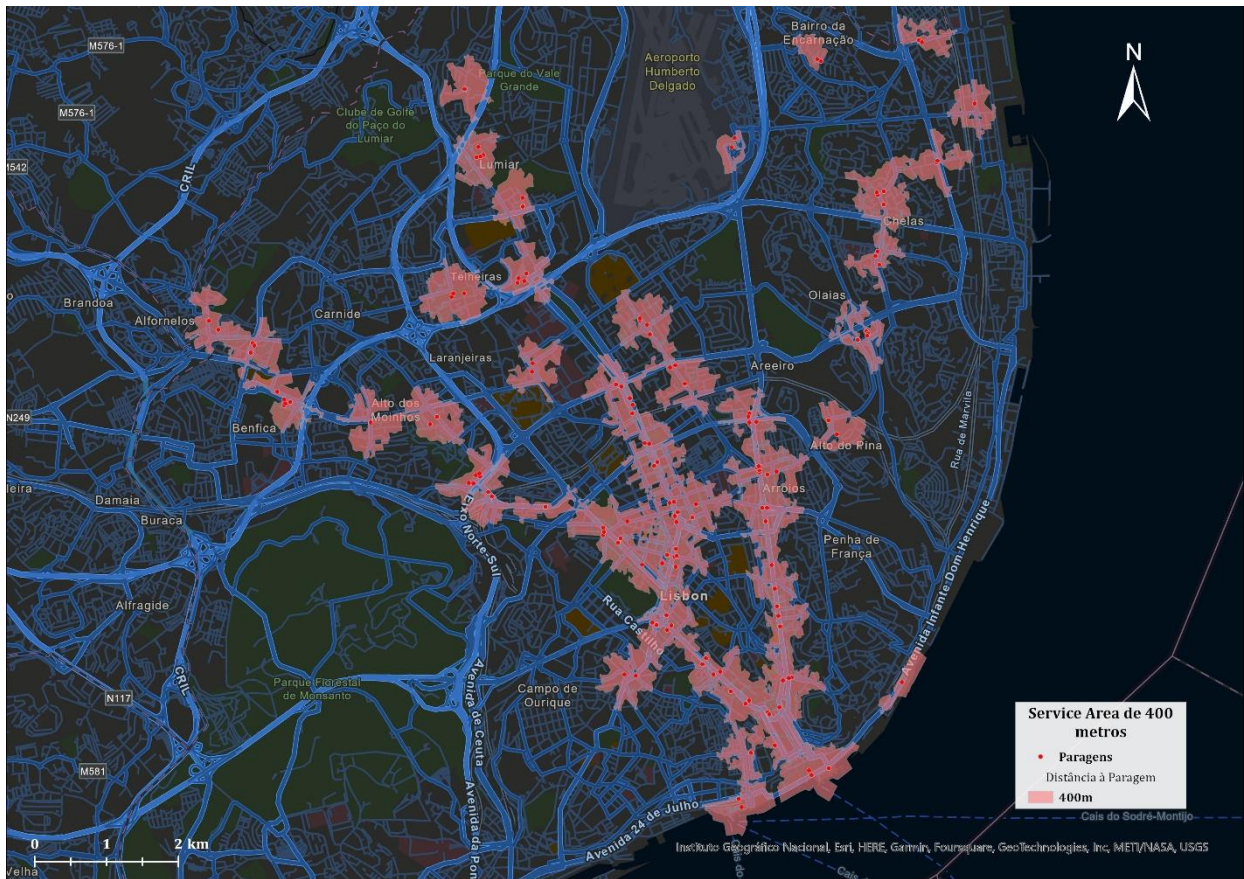


Figura 25 - Área de Influência de 400m em torno das estações do Metropolitano de Lisboa



Figura 26 - Área de Influência de 450m em torno das estações da CP



Figura 27 - Área de Influência de 750m em torno das estações da CP

Para avaliar o índice de acessibilidade dos três grupos etários nas áreas de influência apresentadas anteriormente, os dados passaram por um processo de normalização, a fim de tornar a sua interpretação mais acessível, como se pode verificar pelas figuras em seguida. Nas figuras 28, 29 e 30, observa-se o Índice de Acessibilidade numa área de influência de 50 metros em relação aos grupos etários dos 0-14 anos, 15-64 anos e  $\geq 65$  anos, respetivamente, da Carris. Em relação aos 0-14 anos, é possível observar que grande parte desta população dispõe de um baixo nível de acessibilidade, pois situam-se maioritariamente entre os 0 e os 7. Existem áreas pontuais que se destacam pela positiva, os dois maiores índices de acessibilidade – 100 e 99 – encontram-se na Rua Primeiro de Maio e na Rua Domingos Sequeira.

Infelizmente, podemos concluir que apesar de áreas como Estrela, Alcântara, Laranjeiras, Charneca, Olaias, Penha de França, Areeiro e Lumiar, terem paragens com raio de 50 metros, com um elevado nível de acessibilidade para os jovens dos 0 aos 14 anos, existem 644 paragens com um índice de acessibilidade baixíssimo, situando-se mesmo nos 0, o que é possível visualizar no mapa e ainda 997 paragens que se encontram entre 1 e 7, restando 436 com um índice de acessibilidade médio e apenas 21 com um elevado índice de acessibilidade.

Relativamente ao grupo etário dos 15-64 anos, a população ativa, o cenário acaba por ser idêntico, no mapa é possível visualizar que existe um baixo índice de acessibilidade por toda a cidade de Lisboa, mas na Rua Angelina Vidal é onde se destaca o índice de acessibilidade máximo – 100. Novamente, mais de metade das paragens – 1537 – têm um índice de acessibilidade baixo e apenas 39 um elevado índice de acessibilidade, nas zonas de Alcântara, Estrela, Campolide, Sete Rios, Laranjeiras, Lumiar, Campo Grande, Alvalade, Saldanha, Penha de França, Olaias, Encarnação e Charneca.

Lamentavelmente, a situação da população idosa é ainda pior, 1610 dispõem de um baixo índice de acessibilidade e apenas 43 um índice elevado. Sendo esta população a que mais necessita de uma boa rede de transportes para se poder deslocar no seu dia-a-dia, verificamos que apenas as que se situam em Belém, Alcântara, Ajuda, Estrela, Campolide, Benfica, Sete Rios, Laranjeiras, Lumiar, Alvalade, Areeiro, Charneca, Penha de França, Alto do Pina, Chelas e Encarnação, é que conseguem ter uma acessibilidade.

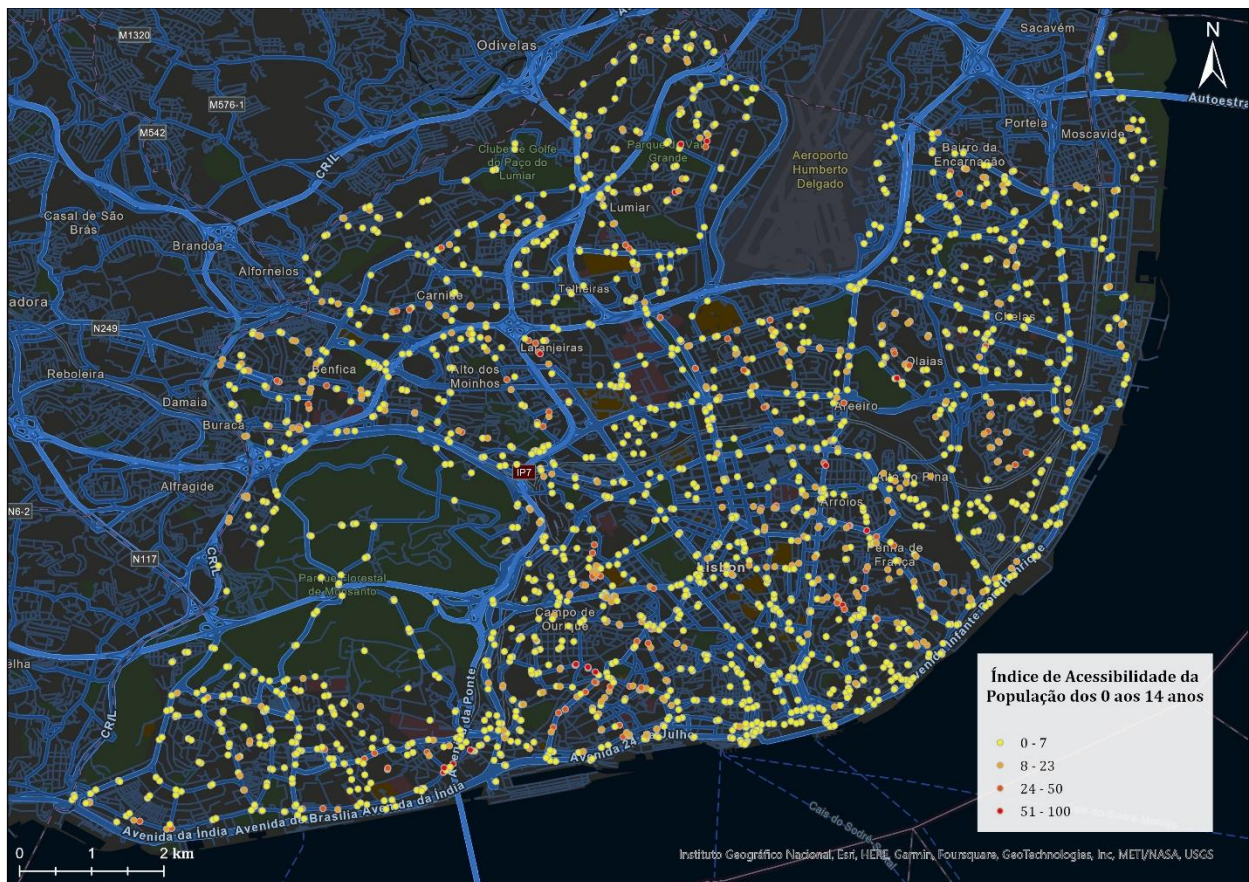


Figura 28 – Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 50m – Carris

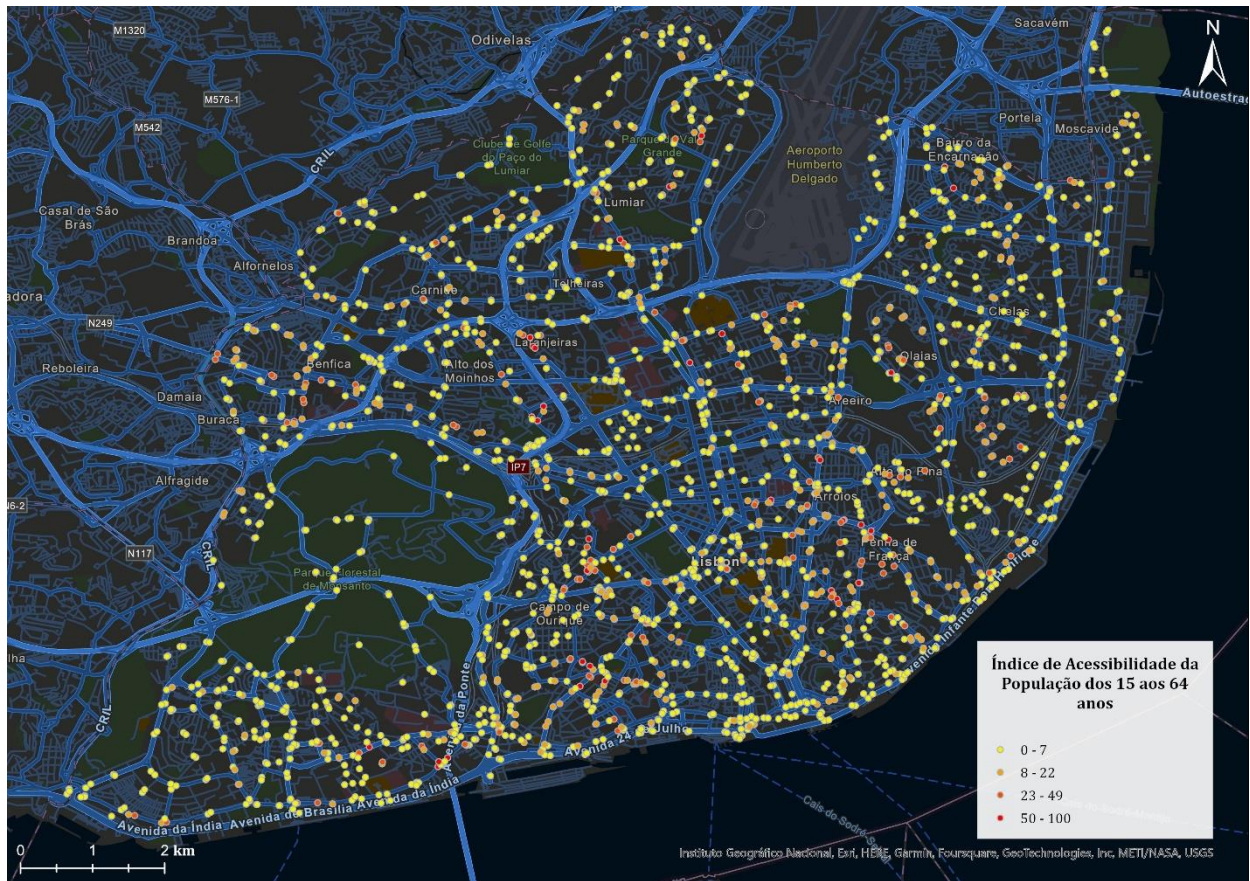


Figura 30 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 50m – Carris

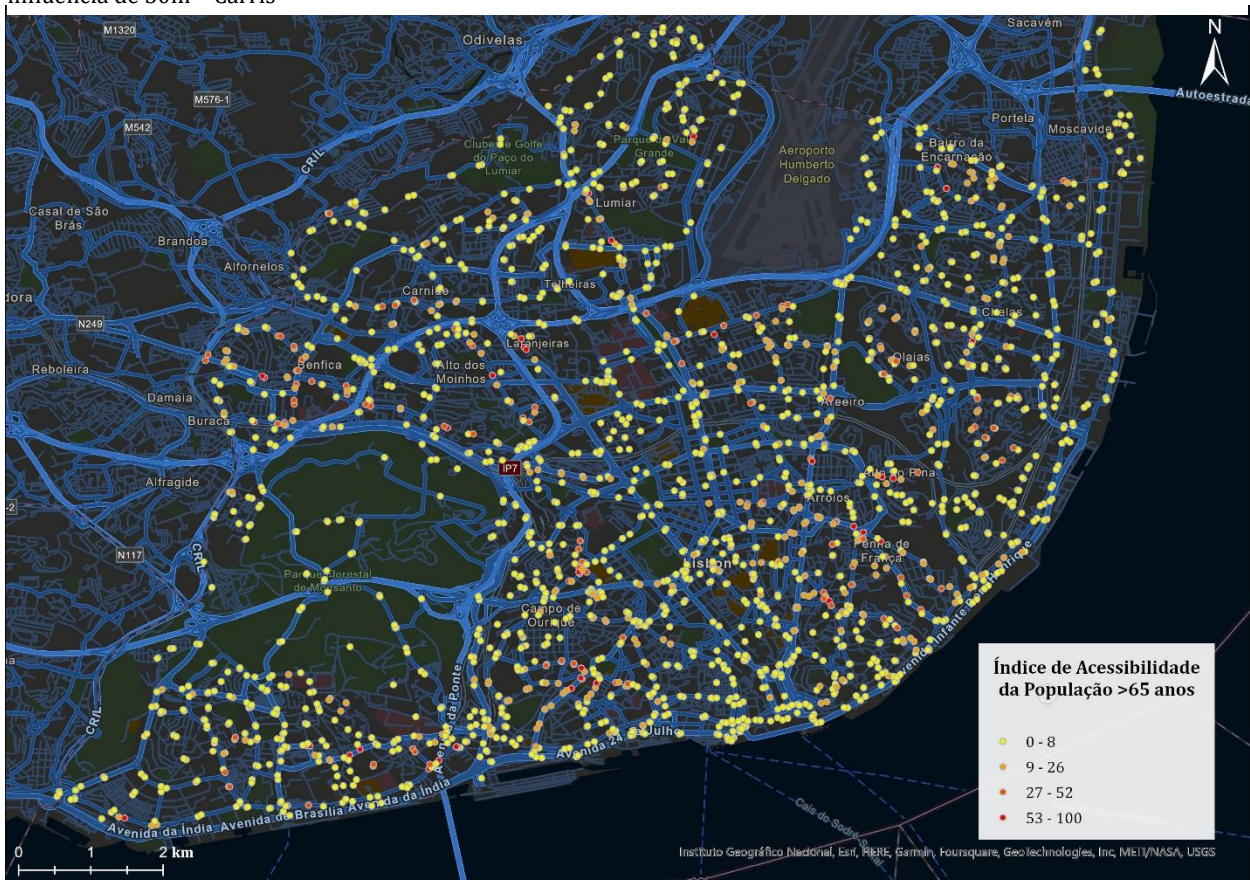


Figura 29 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 50m – Carris



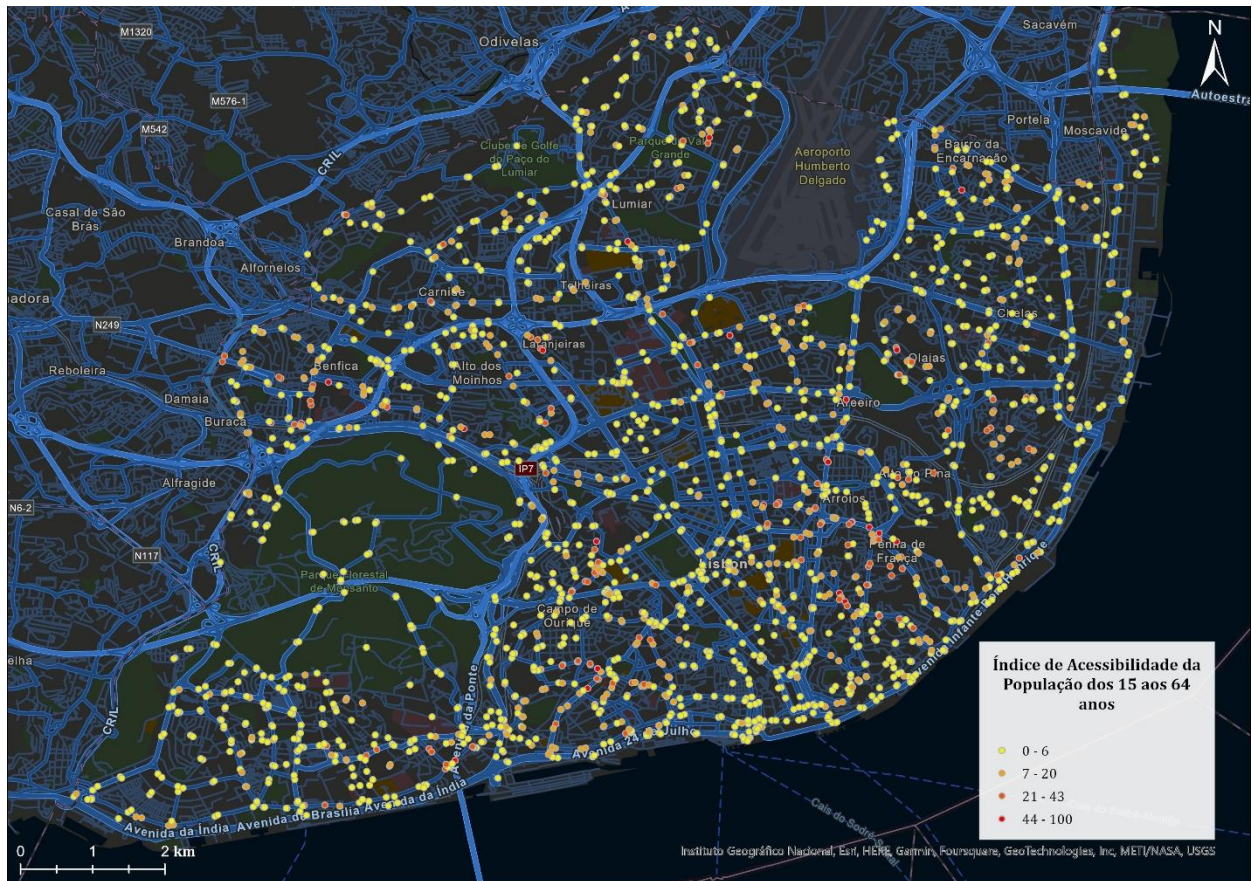


Figura 32 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 100m - Carris

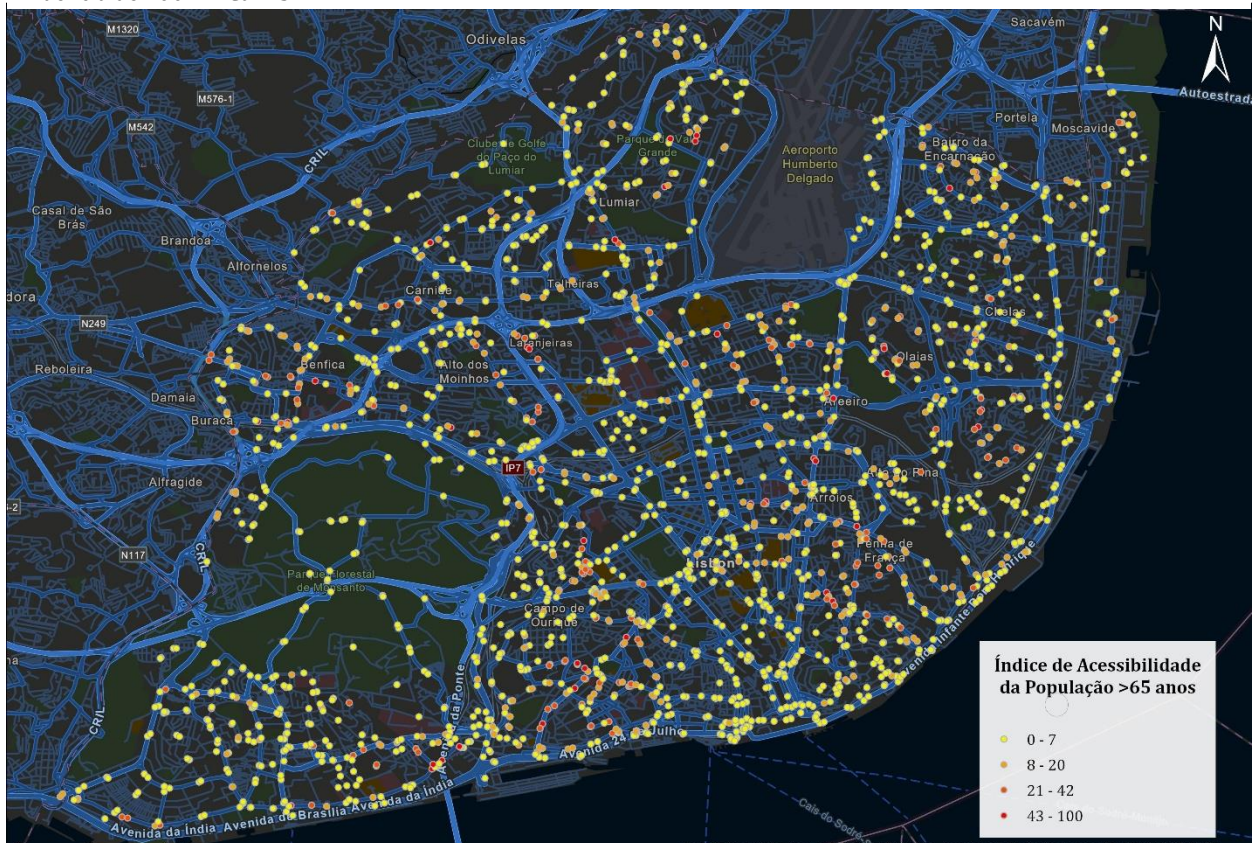


Figura 33 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 100m - Carris

A última área de influência da Carris abrange um raio de 150 metros, figuras 34, 35 e 36. Quanto à estrutura etária, para a faixa dos 0 aos 14 anos, não observamos a entrada de novos locais com maior acessibilidade, enquanto a acessibilidade diminui em zonas como no Rato, Laranjeiras, Lumiar, Alvalade, Saldanha e Encarnação. No caso dos 15 aos 64 anos, apenas há mais uma área com elevada acessibilidade, na Encarnação, contudo há diminuição nas zonas da Estrela, Lumiar e Alameda. Finalmente, para a população idosa, houve um aumento na acessibilidade somente no Campo Grande e em Penha de França, com uma lamentável redução em diversas áreas, como Alcântara, Estrela, Campolide e Arroios.

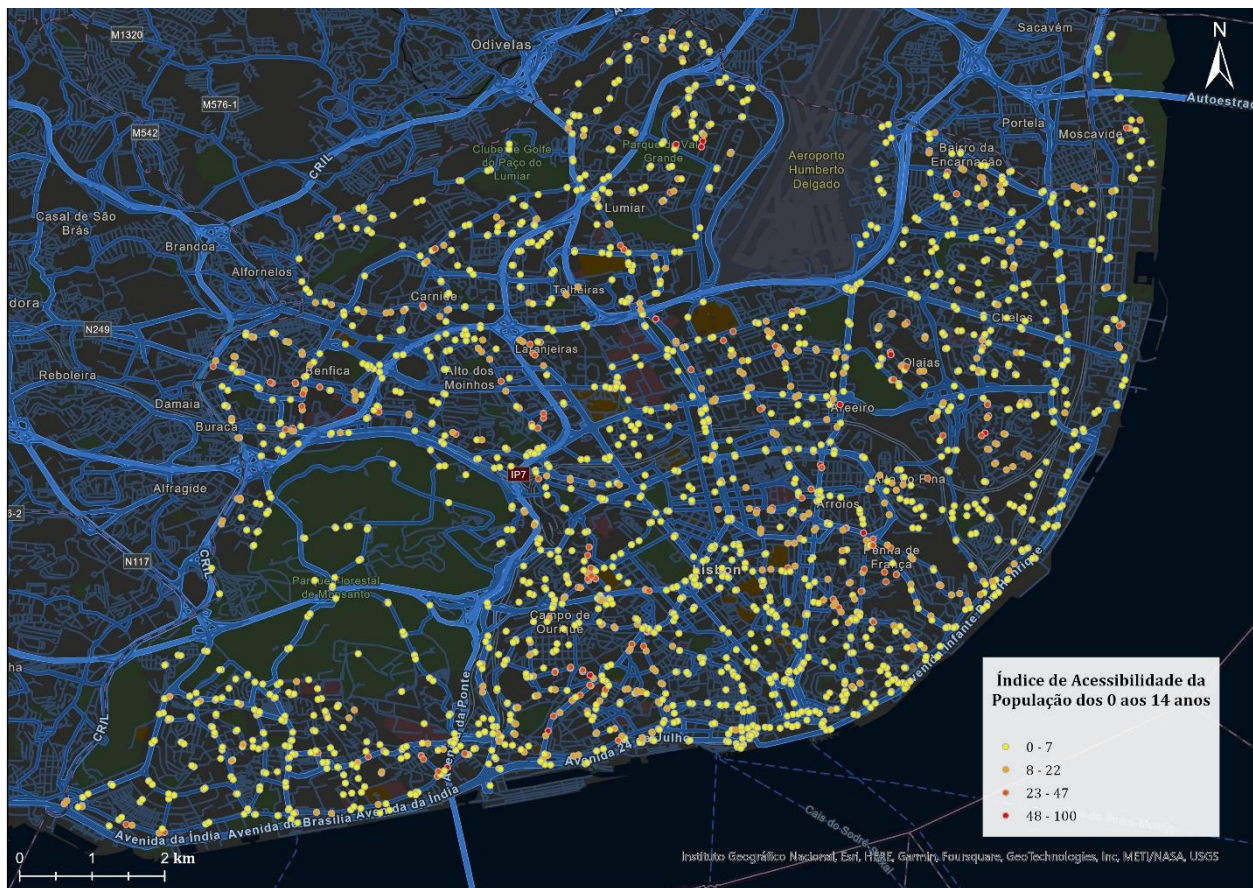


Figura 34 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 150m – Carris

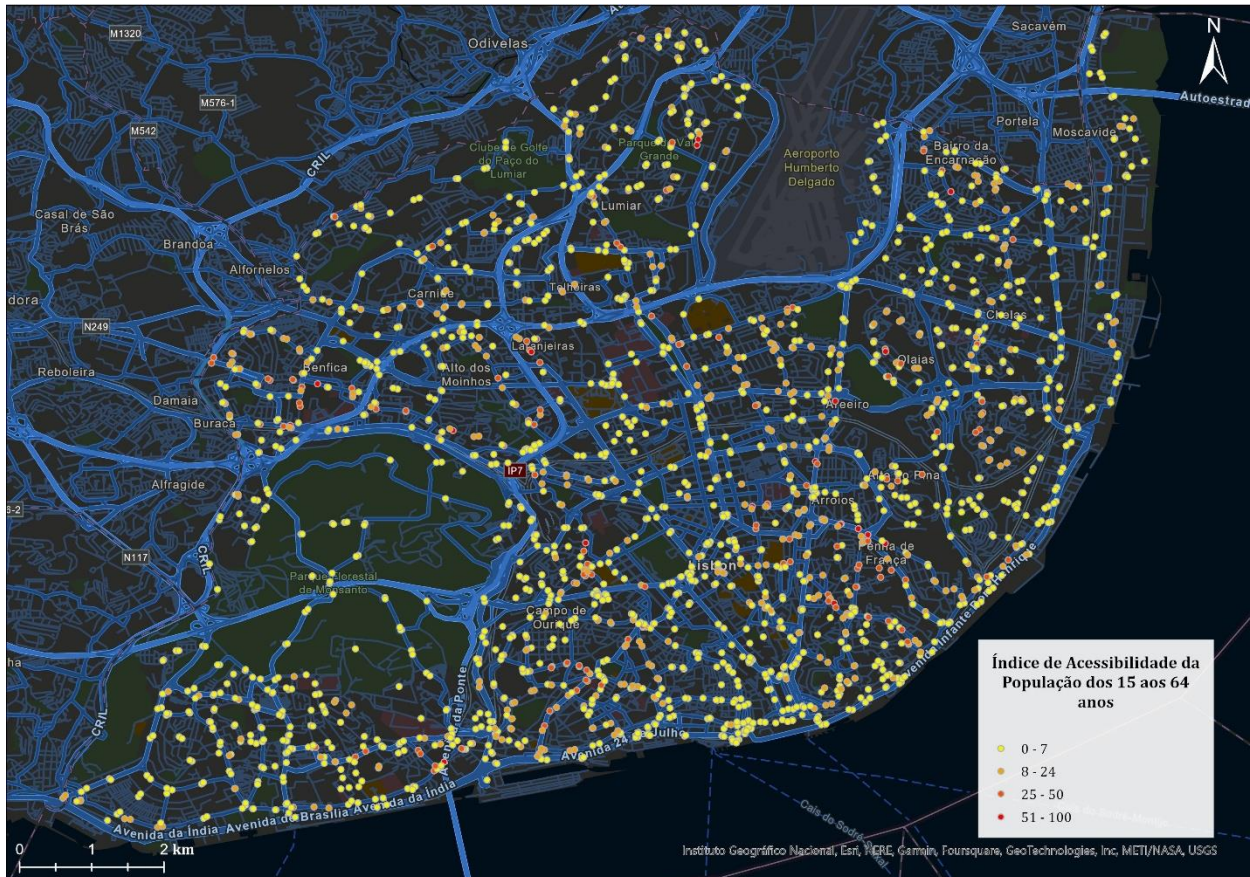


Figura 35 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 150m – Carris

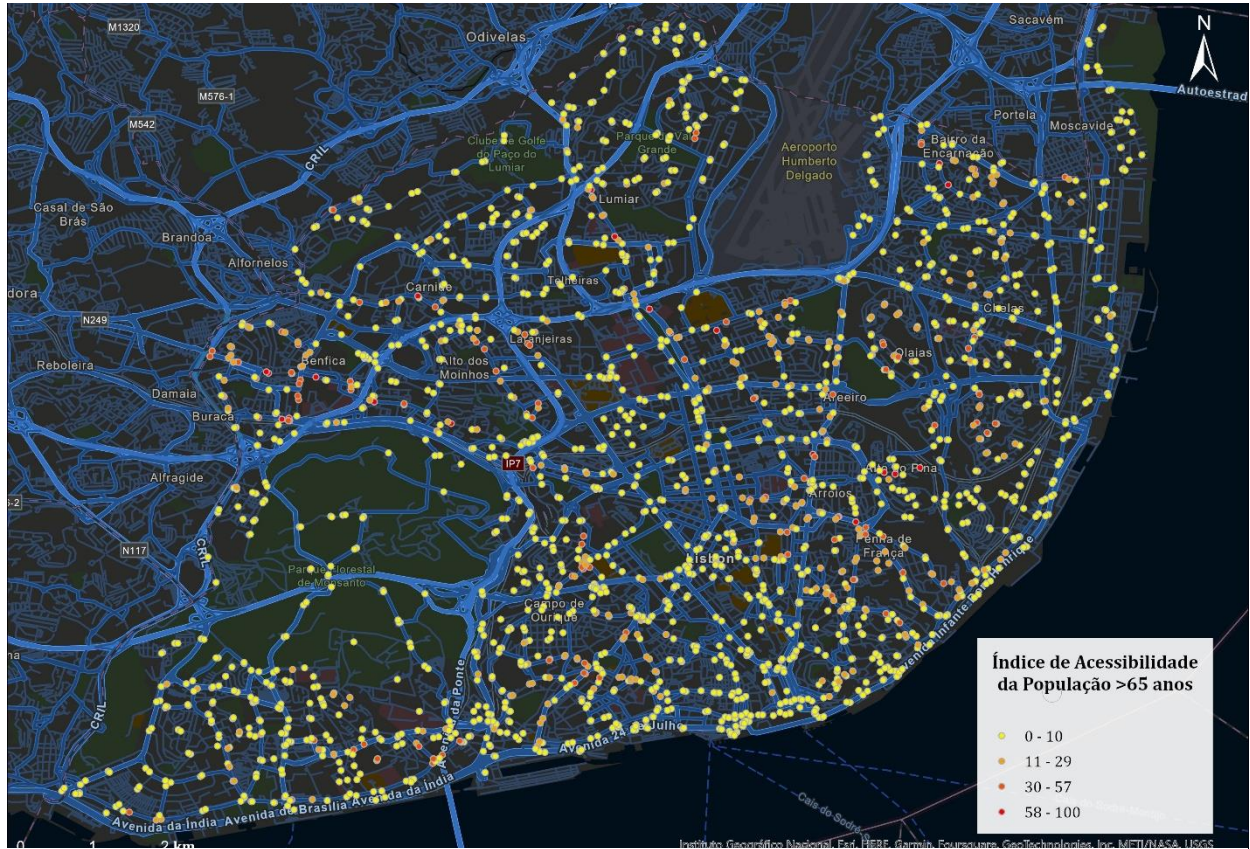


Figura 36 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 150m – Carris

Em suma, no grupo etário dos 0-14 anos, ao longo destas três áreas de influência, as zonas de Alcântara, Estrela, Charneca, Areeiro, Penha de França e Lumiar mantiveram níveis consistentes elevados de acessibilidade. No que se refere à faixa etária dos 15-64 anos, as áreas de Alcântara, Campolide, Laranjeiras, Charneca, Penha de França e Olaias apresentaram resultados favoráveis. Por outro lado, no caso da população mais idosa, a situação é mais preocupante, visto que apenas cinco áreas – Benfica, Lumiar, Alvalade, Alto do Pina e Encarnação – conseguiram manter o nível de acessibilidade.

Relativamente ao Metropolitano de Lisboa foram realizadas duas áreas de influência, de 200 e 400 metros. Este caso requer uma abordagem distinta, uma vez que, uma estação de metro acaba por apresentar várias entradas em diferentes pontos da rede viária. Iniciando pela área de influência dos 200 metros (Fig. 37, 38 e 39), no grupo etário dos 0-14 anos, destacam-se a entrada do metro das Laranjeiras na Estrada da Luz e as entradas do metro de Roma, na Avenida de Roma e na Avenida dos Estados Unidos da América, todas apresentam um índice de acessibilidade máximo, 100. Além destas, há outras três entradas de metro, nesta classe mais elevada do índice de acessibilidade, sendo elas no metro do Campo Grande (99), na Rua Cipriano Dourado, e no metro de São Sebastião (88), na Rua Marquês da Fronteira e na Avenida Ressano Garcia. De salientar que há um total de 33 entradas de metro que apresentam um índice de acessibilidade de 0, uma vez que não existe presença populacional naqueles locais.

No grupo etário dos 15-64 anos, destaca-se a entrada do metro do Campo Grande, na Rua Cipriano Dourado com 100. As restantes entradas de metro com um elevado índice são todas as do metro de Roma e de Telheiras, as de São Sebastião, na Avenida Ressano Garcia e na Rua Marquês de Fronteira, a do metro das Laranjeiras, na Estrada da Luz, a do metro da Alameda na Alameda Dom Afonso Henriques e a do metro dos Anjos, na Avenida Almirante Reis. No que diz respeito aos baixos índices de acessibilidade, a maioria dos 0 é que não tem população associada, já as restantes 54 entradas de metro encontram-se distribuídas maioritariamente pela linha azul, amarela e verde.

No que concerne à população idosa, observa-se novamente um cenário desfavorável, com apenas nove entradas de metro apresentando um elevado nível de acessibilidade. Estas entradas estão localizadas no metro do Campo Grande, na Rua Cipriano Dourado; no Lumiar, duas no Largo da República e uma na Rua Cordeiro Ferreira; Roma, na Avenida Estados Unidos da América e Avenida de Roma e nas Laranjeiras, na Estrada da Luz. Em contrapartida, existem 85 entradas de metro situadas na classe mais baixa do índice de acessibilidade.

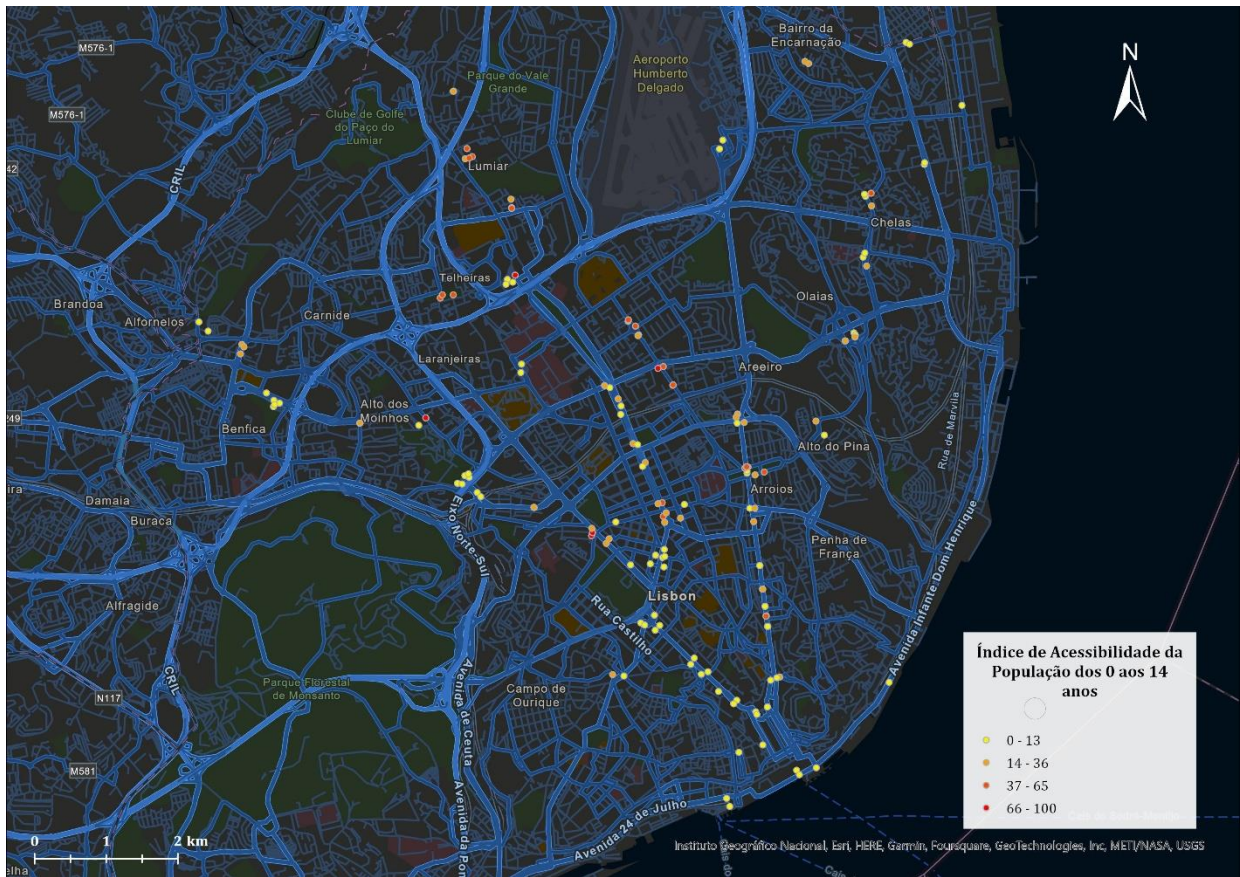


Figura 37 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 200m - ML



Figura 38 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população adulta numa área de influência de 200m - ML

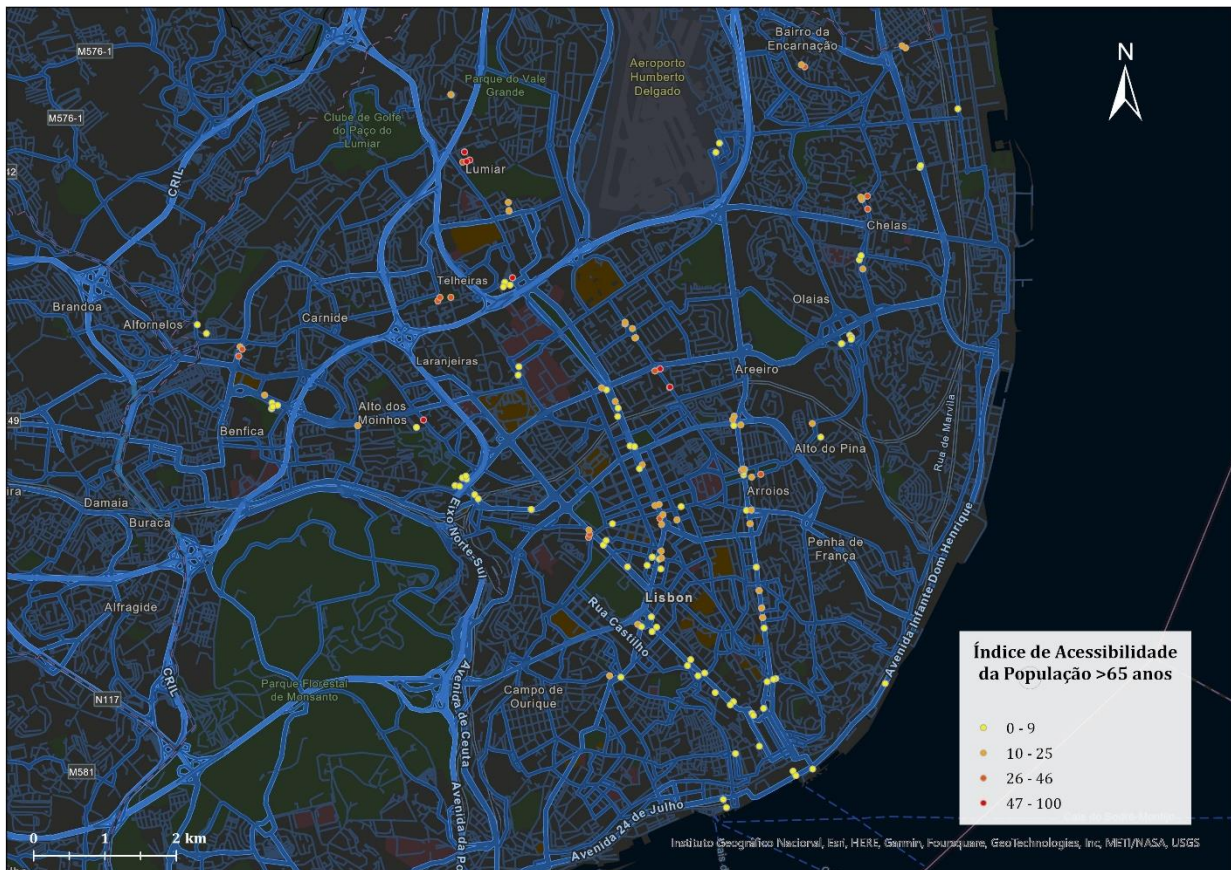


Figura 39 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população idosa numa área de influência de 200m – ML

Nas áreas de influência dos 400 metros (Fig. 40, 41 e 42), a população jovem mantém os níveis de acessibilidade. Para o grupo etário dos 15-64 anos, as entradas com elevado índice de acessibilidade continuaram a ser as do Campo Grande, São Sebastião e Roma, com o acréscimo na Alameda, a entrada da Avenida Almirante Reis e nas Olaias a entrada na Avenida Engenheiro Arantes e Oliveira. Por outro lado, todas as entradas do metro de Telheiras, as entradas na Estrada da Luz, no metro das Laranjeiras e a entrada na Avenida Almirante Rei, no metro dos Anjos, registaram uma diminuição no seu índice de acessibilidade.

Por fim,  $\geq 65$  anos, o cenário é completamente diferente, apenas 3 entradas de metro apresentam um elevado nível de acessibilidade, sendo estas no metro do Campo Grande, na Rua Cipriano Dourado e as restantes duas no metro da Alameda, na Avenida Almirante Reis e na Alameda Dom Afonso Henriques. Ocorreu um decréscimo de  $\frac{2}{3}$  das entradas, o que é desvantajoso para a população, uma vez que resulta numa diminuição da sua acessibilidade nos metros do Lumiar, Roma e Laranjeiras.

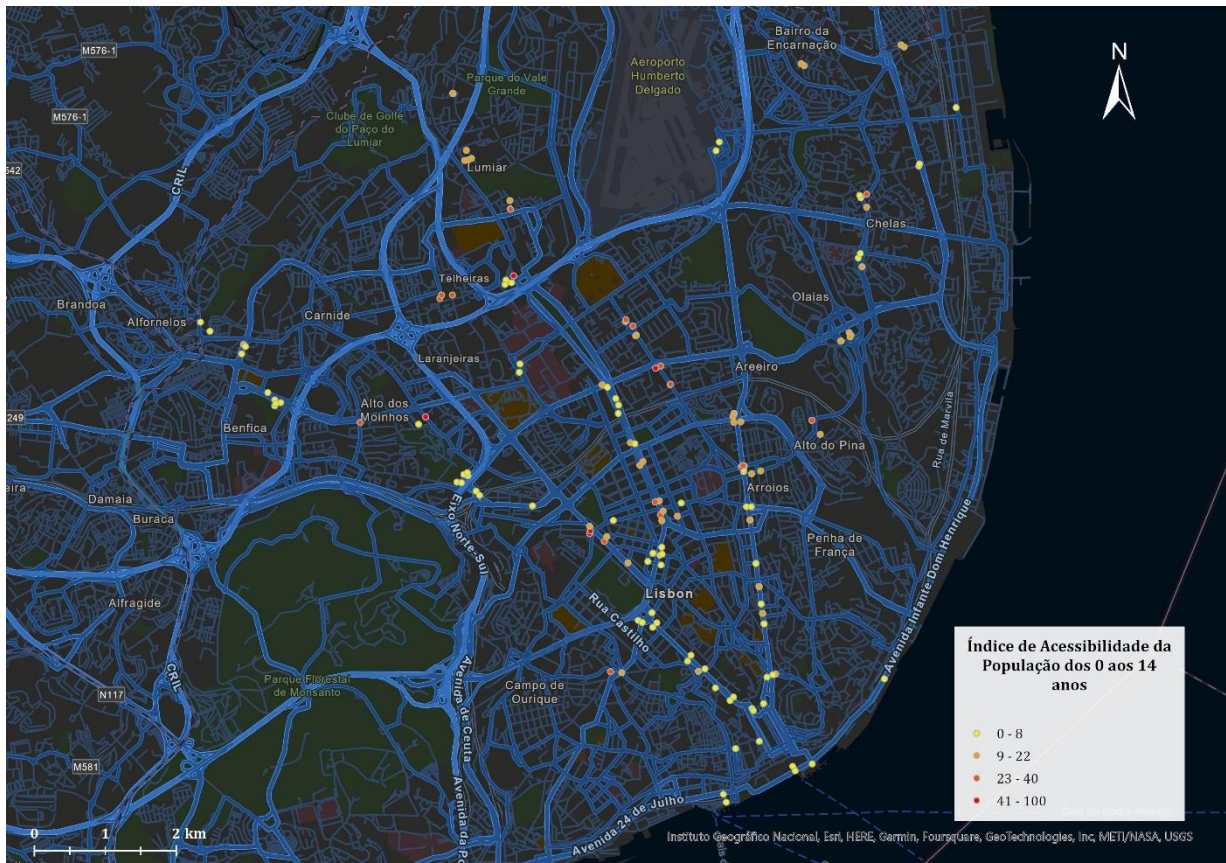


Figura 40 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 400m – ML



Figura 41 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população adulta numa área de influência de 400m – ML



Figura 42 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população idosa numa área de influência de 400m - ML

Resumidamente, dos 0-14 anos, observa-se que as estações de São Sebastião, Campo Grande, Roma e Laranjeiras, mantiveram inalterados os níveis de acessibilidade, quer na área de influência dos 200m como dos 400m, sem ocorrência de qualquer alteração. No que diz respeito ao grupo etário dos 15-64 anos, destacam-se as estações de São Sebastião, Campo Grande, Roma e Alameda. Por último, os indivíduos com mais de 65 anos, observa-se um número muito reduzido de estações que apresentam um nível de acessibilidade considerável, com destaque para a estação do Campo Grande nas duas áreas de influência.

No que diz respeito à CP foram realizadas duas áreas de influência de 450 e 750 metros, é um caso idêntico ao do metro, pois uma estação de comboio acaba por apresentar várias entradas em diferentes pontos da rede viária, logo iremos ter em contas todas as suas entradas/saídas. Na área de influência dos 450 metros (Fig. 43, 44 e 45), é logo visível que na estrutura etária dos 0-14 anos, toda a linha de Cascais tem um baixo índice de acessibilidade, bem como na linha de Santa Apolónia-Azambuja. Em contrapartida, a linha de Sintra já apresenta algumas melhorias, contudo apenas a Estação do Areeiro, na entrada da Avenida Frei Miguel Contreiras

e nas duas entradas da Avenida Padre Manuel da Nóbrega é que apresentam um elevado índice de acessibilidade.

No grupo etário dos 15 aos 64 anos, a situação é a mesma, a Linha de Cascais apresenta um baixo índice de acessibilidade e as mesmas estações, Benfica e Areeiro, os maiores índices de acessibilidade. Para a população idosa, infelizmente, os índices de acessibilidade diminuíram em todas estas estações que estes estavam em altas nos restantes grupos etários, permanecendo apenas a entrada da Rua da Venezuela, da Estação de Benfica, com o mais elevado índice de acessibilidade.

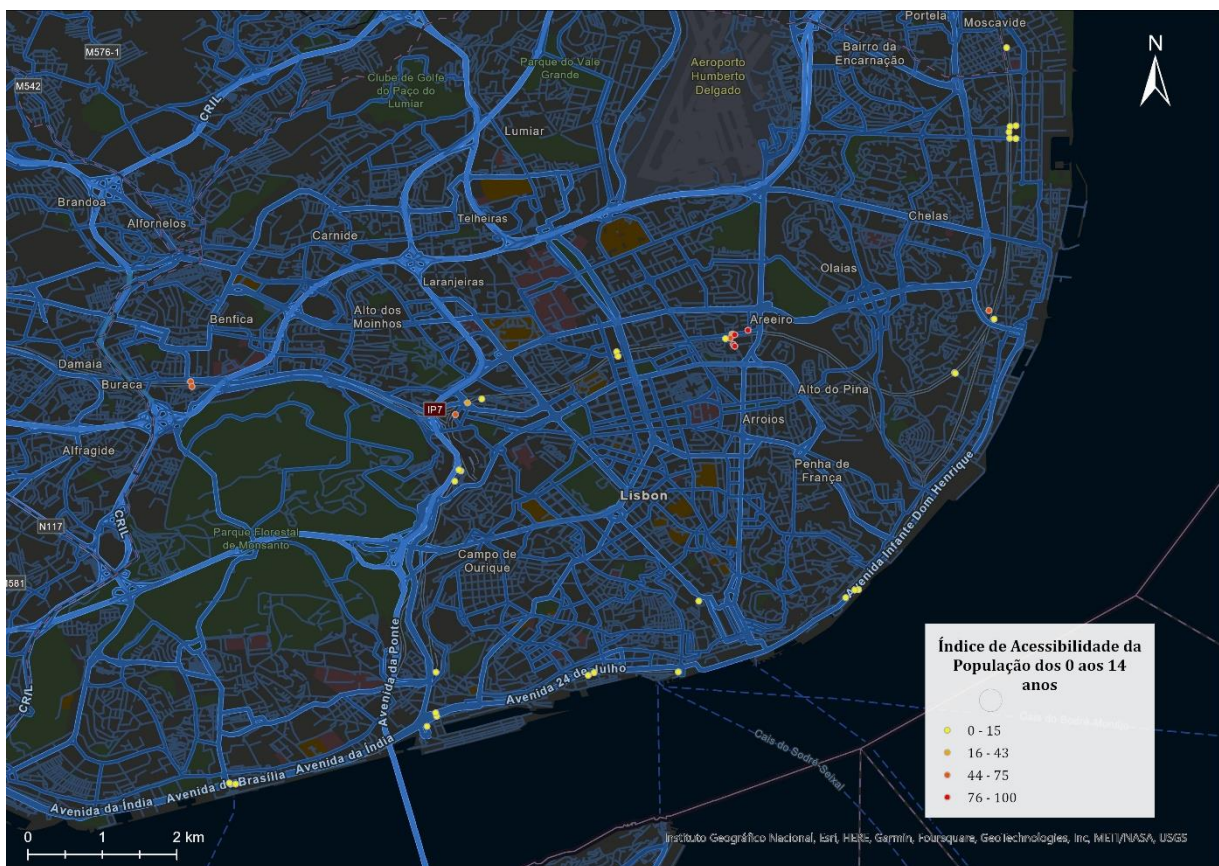


Figura 43 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 450m – CP

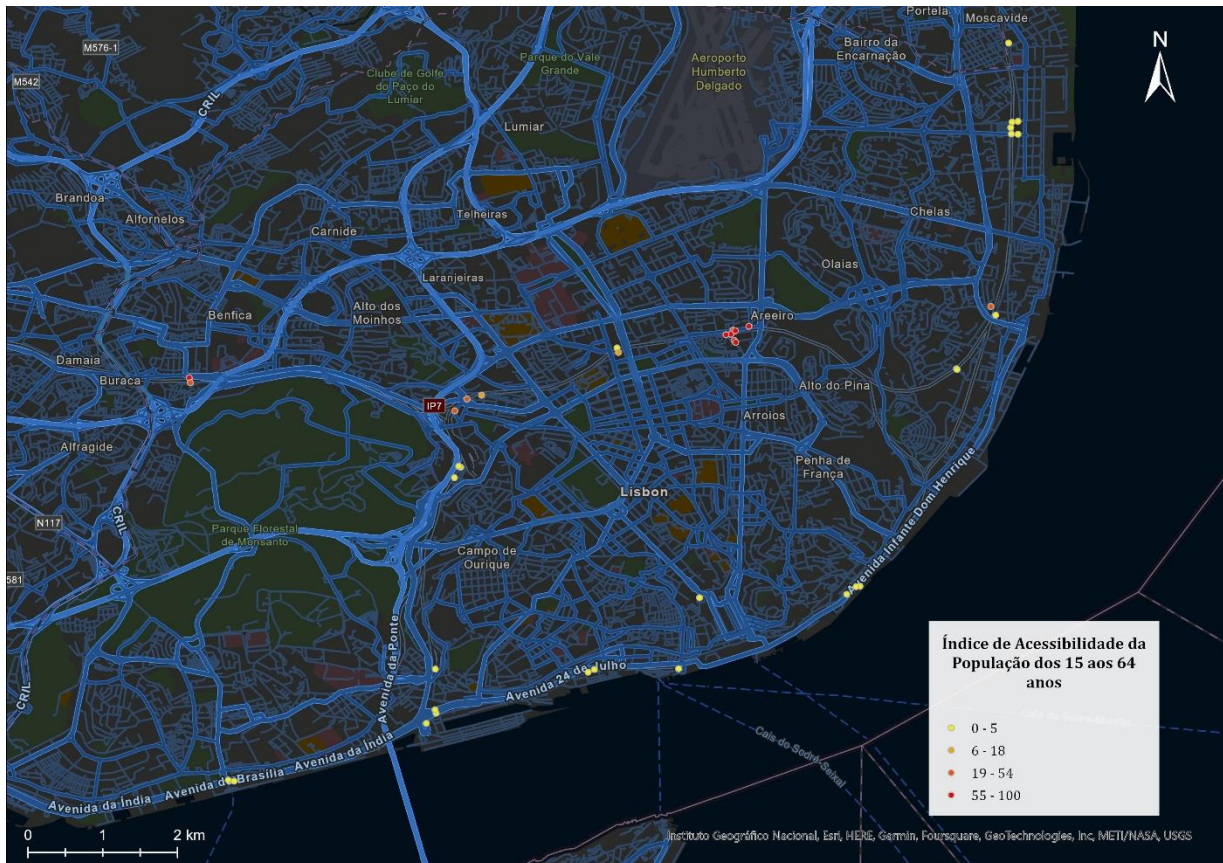


Figura 44 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 450m – CP



Figura 45 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população idosa numa área de influência de 450m – CP

Relativamente à área de influência dos 750 metros (Fig. 46, 47 e 48), existem apenas três alterações na estrutura etária jovem, na Estação do Areeiro junta-se a esta classe a entrada da Avenida São João de Deus e as duas entradas da Estação de Benfica, da Rua da Venezuela e da Rua José Augusto Seabra. Na população ativa, ocorreram do mesmo modo três alterações pela negativa, nestas três estações de Sete Rios, Entrecampos e Braço de Prata houve uma diminuição no índice de acessibilidade. No que diz respeito à população idosa, não ocorreu qualquer alteração no aumento dos 300 metros de *cutoff*.



Figura 46 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 750m – CP



Figura 47 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 750m – CP



Figura 48 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população idosa numa área de influência de 750m – CP

Em síntese, é visível que as áreas de influência de 450 e 750 metros são praticamente idênticas, sobretudo no que diz respeito ao grupo etário dos 15-64 anos, onde a acessibilidade é notavelmente mais elevada nas estações de Benfica e Roma-Areeiro e no grupo etário com mais de 65 anos, apenas no comboio de Benfica. A única alteração ocorre apenas na estrutura etária mais jovem, onde, num raio de 450 metros apenas a estação de Benfica apresentava uma acessibilidade elevada, mas com o aumento do raio para os 750 metros, a estação de Roma-Areeiro já se encontra incluída.

De modo a obter uma análise mais detalhada do território para as diferentes faixas etárias, em relação à acessibilidade, procedeu-se a uma subdivisão em quantis da variável referente ao indicador de acessibilidade por grupos etários.

A situação relativa ao transporte público de autocarros difere notavelmente daquela que se sucederá para o metro e para o comboio, devido à sua rede flexível que abrange praticamente toda a cidade de Lisboa. Tem áreas em que a população dispõe de certas paragens com os mais elevados níveis de acessibilidade, como também apresentam paragens com os mais baixos níveis de acessibilidade, como será descrito posteriormente.

Observa-se um padrão notável entre as três faixas etárias no que diz respeito ao 1º quantil, que representa a população com acessibilidade limitada (Anexos, da figura 49 a 57). Infelizmente diversas áreas em toda a cidade se enquadram nessa classe, incluindo o Restelo, Monsanto, Campo de Ourique, Belém, Alcântara-Terra, Carnide, Marquês de Pombal, Cidade Universitária, Campo Grande, Campolide, Sete Rios, Lumiar, Santos, Cais do Sodré, Terreiro do Paço, Baixa-Chiado, Rossio, Restauradores, Martim Moniz, Santa Apolónia, Campo Pequeno, Entrecampos, Campo Grande, Arroios, Ameixoeira, Aeroporto, Encarnação, Marvila, Bela Vista, Braço de Prata, Chelas, Oriente, Moscavide e Olaias.

Por outro lado, algumas áreas destacam-se no 4º quantil, oferecendo excelentes acessibilidades aos transportes públicos para a população residente na Ajuda, Alcântara, Benfica, Sete Rios, Carnide, Laranjeiras, Campolide, Estrela, Rato, Campo Grande, Quinta das Conchas, Lumiar, Alvalade, Saldanha, Areeiro, Penha de França, Olaias, Bela Vista, Marvila, Encarnação e Charneca.

Relativamente ao metro (Anexos, da figura 58 a 63), temos duas exceções onde as estações apresentam tanto baixos, como elevados níveis de acessibilidade, essas estações localizam-se no Campo Grande e na Alameda. A população que enfrenta significativos desafios na acessibilidade, e que se encontra no 1º quantil, reside nas proximidades das Estações do Oriente, Aeroporto, Santa Apolónia, Terreiro do Paço, Rossio, Martim Moniz, Cais do Sodré, Restauradores, Marquês de Pombal, Rato, Saldanha, Campo Pequeno, Campo Grande, Cidade Universitária, Sete Rios, Alameda e Baixa-Chiado.

Em contrapartida, a população que reside próxima às Estações da Encarnação, Olivais, Olaias, São Sebastião, Roma, Alameda, Olivais, Arroios, Laranjeiras, Campo Grande, Ameixoeira, Lumiar e Telheiras, estão situadas no 4º quantil, o que significa que essas áreas do território oferecem elevado nível de acessibilidade ao transporte público.

No caso do comboio (Anexos, da figura 64 a 69), este já opera numa fração mais limitada do território, contudo ainda oferece à população residente nas proximidades da Estação de Benfica e Roma-Areeiro níveis de acessibilidade elevados, encontrando-se no 4º quantil. Já as Estações de Belém, Alcântara, Santos, Cais do Sodré, Rossio, Santa Apolónia, Oriente e Marvila apresentam baixos níveis de acessibilidade para a população residente nessas áreas, situando-se no 1º quantil.

## 8. Considerações Finais

A presente dissertação de mestrado teve como objetivos estudar as acessibilidades em transporte público na cidade de Lisboa e analisar as acessibilidades aos transportes públicos referente aos três grupos etários. Ao longo dos setes capítulos que compõem este trabalho, foram abordados detalhadamente diversos tópicos relevantes.

Nos primeiros capítulos, há uma abordagem teórica abrangente, que fornece caracterizações, definições e demonstrações de informações fundamentais para o contexto desta dissertação. O sexto capítulo, também de natureza teórica, direciona-se mais especificamente para a aplicação prática dos conceitos previamente estabelecidos e por fim, o sétimo capítulo, considerado o ponto culminante deste trabalho, consiste na análise de resultados, onde se concretiza o objetivo principal da dissertação.

Este estudo foi dividido em três partes, relativas a três operadoras de serviços de transporte público na cidade de Lisboa. Para cada uma destas operadoras foi analisado o número de paragens, a sua frequência e os seus destinos, posteriormente, uma análise mais aprofundada das suas acessibilidades, com recurso à *Network Analysis* procedemos à realização de áreas de influência com os respetivos *cutoffs* estipulados e direcionados a cada um em concreto, por fim foi realizado um cruzamento desta informação com a BGRI, que nos permitiu saber as acessibilidades de cada grupo etário em cada freguesia.

Quanto às frequências e às carreiras dos transportes, é importante ressaltar que a realização de uma análise comparativa direta entre os três sistemas de transporte é inviável, devido à sua distribuição diferenciada por toda a cidade de Lisboa, tal abordagem não resultaria numa avaliação precisa. Portanto, o que podemos destacar é que, ao examinar a interseção destes três modos de transporte, é notável que as áreas de maior frequência estão localizadas em regiões com grande fluxo de pessoas. Estas áreas podem ser consideradas como grandes interfaces de transportes na cidade e polos geradores de procura.

Estas interfaces são cruciais para a cidade, pois desempenham um papel fundamental na rede de transportes, asseguram a conectividade e a inserção da rede. A capacidade de promover a intermodalidade entre diferentes modos de transporte, a possibilidade de concluir uma viagem a pé e a disponibilidade de comércio e

serviços ao seu redor são fatores que influenciam o seu grau de inserção na cidade (Graça, 2019).

Relativamente ao índice de acessibilidade, há uma grande variação nos valores entre a Carris, Metropolitano de Lisboa e CP, esta variação está intrinsecamente relacionada com o número de destinos disponíveis para cada modo de transporte, dado que a Carris não depende de uma infraestrutura fixa, como é o caso do metro e do comboio, a sua capacidade de alcançar um maior número de pontos na cidade de Lisboa é significativamente maior, refletindo-se num valor substancialmente superior no índice de acessibilidade.

Após toda esta análise, torna-se evidente que há uma baixa acessibilidade em transportes públicos em toda a cidade Lisboa, pois apesar deste estudo mostrar certas zonas em que os níveis de acessibilidades são elevados, é um ponto muito pequeno para o tamanho de toda a cidade e um valor muito reduzido para o que era preciso fazer para satisfazer todas as necessidades e chegar de igual forma a toda a população, principalmente aos jovens e os idosos.

Nesta dissertação conclui-se que as condições de acessibilidade são mais favoráveis para o grupo etário dos 15-64 anos. Embora isso seja positivo e beneficie a acessibilidade em certas áreas para esta faixa etária, é fundamental reconhecer que os grupos etários dos 0-14 anos e  $\geq 65$  anos, que dependem mais destes meios de transporte, necessitam de níveis de acessibilidade mais elevados para atender às suas necessidades. Isso permitiria que jovens e idosos desfrutassem de uma mobilidade melhorada e alcançassem os seus destinos de maneira mais independente, especialmente porque a maioria dos idosos já não possuem habilitação para conduzir e os jovens ainda não atingiram a idade legal para obtê-la.

A rede de transporte rodoviário é a única das três analisadas que abrange todos os pontos da cidade de Lisboa. Apesar de em 2006 ter sido realizada uma renovação de toda a rede de transporte, denominada Rede7, com o objetivo de garantir uma resposta eficaz à expansão da linha do metro, também foi feita uma *“(...) renovação de horários, frequências e percursos, na extinção e fusão de carreiras e também em ajustes na bilhética (...)”* (Lisboa Para Pessoas, 2022), mas atualmente, ela não garante uniformemente que todos os seus serviços sejam prestados ao mais alto nível esperado, ou seja, não consegue garantir que todas as paragens possuam uma boa frequência diária e uma boa rede de destinos, o que foi mostrado ao longo deste trabalho. Apesar de apresentar algumas áreas pontuais, onde a acessibilidade até é elevada, existem por outro lado, muitas paragens espalhadas pela cidade classificadas nos níveis mais baixo calculados.

No caso do metropolitano e do comboio, sistemas de transporte ferroviários, observa-se uma percentagem inferior de níveis de acessibilidade em comparação com o rodoviário, isto ocorre principalmente devido à configuração da rede. O metropolitano, por exemplo, não abrange áreas como Belém, Ajuda, Alcântara, Estrela, Campolide, Carnide, Charneca, Penha de França e Braço de Prata, no caso do comboio, a limitação é mais pronunciada, uma vez que não chega à Estrela, Campo de Ourique, Marquês de Pombal, Carnide, Laranjeiras, Lumiar, Charneca, Campo Grande, Olaias, Arroios, Penha de França, Alto do Pina, entre outras.

Contudo, é importante notar que estes locais são frequentemente mencionados como tendo os mais elevados níveis de acessibilidade no sistema de transporte rodoviário. Isso leva-nos a considerar outra perspetiva desta situação: “Será que o facto de haver elevados níveis de acessibilidade nas proximidades das paragens rodoviárias resulta numa maior conetividade entres os três modos de transporte?”, por outras palavras, ao chegar a essas paragens da Carris, os passageiros têm uma conexão eficaz com o transporte ferroviário que os leva ao destino final desejado?

Infelizmente, as infraestruturas de transporte público em Lisboa apresentam uma falta de coordenação como uma das principais deficiências, apesar de ter uma rede de transportes desenvolvida, são diversos os problemas. A falta de uma coordenação intermodal eficaz tem levado a uma predominância do transporte individual, com repercussões adversas na qualidade de vida da população e no planeamento do território (Lopes, 2022; CCDR-LVT, 2002a), mais detalhadamente problemas no que diz respeito “(...) à existência de sectores fortemente urbanizados sem resposta de sistemas de transporte coletivo de maior capacidade ... ; à insuficiência e má qualidade na intermodalidade, quer por deficiências físicas na estruturação das interfaces, ... quer por falhas na articulação operacional entre serviços ... ; à insuficiência de corredores dedicados para o transporte coletivo rodoviário ... ; à inadequação dos sistemas de informação ao público (...)” (Viegas, Gomes & Pereira, 2022).

Para estabelecer uma política intermodal eficaz, é essencial delinear uma coroa central até 10 km, onde proporciona ligações diretas ou com apenas um transbordo, utilizando as vias destinadas, que devem cumprir tanto funções de transporte como de acessibilidade. Na coroa dos 10 aos 30 km, a prioridade é a integração das vias destinadas com as vias rodoviárias, para facilitar a troca entre o individual e o público, pode ser alcançado por meio de grandes interfaces que minimizem a necessidade de transbordo. Este tipo de abordagem é essencial para

criar uma rede de transporte público intermodal eficiente e integrada que promova a mobilidade sustentável.

Em Lisboa, é importante considerar o desenvolvimento de uma sólida conectividade na rede de transportes públicos, baseada numa eficaz multimodalidade e na promoção de ligações diretas, especialmente entre os principais polos de emprego, áreas de comércio, lazer e densamente habitadas. O Plano Metropolitano de Transportes (PMT) é o elemento-chave, abrange a rede de alta capacidade, com base numa complementaridade entre o comboio, o metro e o elétrico moderno, defende que deve dispor de *“um sistema multimodal de transportes coletivos de passageiros, baseado na articulação dos diferentes modos de transporte existentes e de novos modos a implementar/desenvolver (caso dos modos ferroviários ligeiros e elétrico moderno)”* (CCDR-LVT, 2002a, p.72)

As insuficientes ofertas de transporte público fazem preferir o transporte individual nas deslocações à cidade. Contudo, podemos destacar a Estação do Oriente, que representa o epicentro de toda a rede de transportes públicos nesta zona oriental da cidade, articulando os autocarros, metro, comboio e táxis e a interface do Campo Grande que assume uma posição central neste contexto, desempenhando um papel vital na conectividade entre o autocarro e o metro, o que facilita significativamente o transporte na cidade.

O sistema ferroviário confere uma função de transporte eficaz, o metropolitano desempenha um papel importante na acessibilidade ao centro da cidade e apesar da pequena distância entre estações, apresenta custos elevados. Assim sendo, persiste a necessidade de uma rede de distribuição mais detalhada no centro e na periferia, que atualmente é realizada pelos autocarros, de modo ineficiente.

Há uma necessidade urgente de melhorar a capacidade das linhas de Cascais, Sintra e Cintura. Além disso, a expansão do metro também pode ser uma solução eficaz para atender às crescentes demandas das ligações urbanas, que se tornam cada vez mais frequentes e cruciais para a acessibilidade, eliminando a necessidade de realizar múltiplas trocas de transporte. No entanto, é importante ressaltar que o autocarro continua a desempenhar um papel fundamental ao operar na cidade e na periferia, especialmente em áreas que não são atendidas pelo transporte ferroviário.

Em suma, uma abordagem integrada, que combine melhorias na capacidade das linhas ferroviárias existentes, expansão da rede do metro e uma rede de autocarros eficiente, é crucial para atender às necessidades de mobilidade em Lisboa.

Para uma melhoria da rede de transportes não é suficiente realizar apenas desenvolvimentos nas infraestruturas e na frota. É imperativo aprimorar as condições de operação e de acesso às interfaces, tanto no que diz respeito à provisão de espaços dedicados ao sistema de *Park&Ride*, incentivando assim a migração do transporte individual para o coletivo, quanto por meio do desenvolvimento da intermodalidade e incorporação com outros modos de transporte, com o objetivo de expandir a área de influência (Viegas *et. al* 2022).

As sugestões que se apresentam subdividem-se em dois tipos, que decorrem quer da análise realizada e dos resultados obtidos e leitura dos mapas elaborados, quer de uma interpretação mais genérica resultante da leitura dos documentos estratégicos de políticas.

Com base nos resultados obtidos durante o desenvolvimento deste estudo, evidencia-se a necessidade de realizar uma renovação integral da infraestrutura de transportes, com especial destaque para a modernização da rede de destinos. Esta ação visa potenciar um incremento significativo no índice de acessibilidade, uma vez que determinadas paragens/estações, atualmente classificadas na 1ª classe, têm apenas 1, 2 ou 3 destinos, a expansão do número de destinos nestes pontos promoverá, por conseguinte, um aumento notável no referido índice. A renovação da rede de destinos acarretará, naturalmente, ajustes na frequência dos serviços, proporcionando uma melhoria abrangente na eficácia e eficiência do transporte.

De um modo geral, a essência subjacente aos projetos de urbanização que defendem a criação de cidades com o conceito de “15 minutos” destacam-se nas discussões contemporâneas de planeamento urbano. A premissa essencial é que todas as necessidades quotidianas, desde hospitais/centros de saúde, educação, espaços verdes, entre outros, devem ser acessíveis a uma distância aproximadamente de 15 minutos a pé ou de bicicleta a partir de casa.

Este modelo de cidade compacta, enfatizando a proximidade e a acessibilidade, tem como objetivo central tornar as cidades mais habitáveis e conectadas, ou seja, não pretende apenas aprimorar a qualidade de vida dos habitantes urbanos, mas também se alinha com a procura de tecidos urbanos mais coesos, sustentáveis e inclusivos, a expansão da rede de destinos, anteriormente mencionada, pode ajudar a conectar o terreno e a torná-lo mais inclusivo. Portanto, emerge como uma proposta proativa e visionária para abordar os desafios contemporâneos do desenvolvimento urbano, promovendo uma abordagem mais equitativa e integrada ao planeamento e à gestão das cidades.

## Referências Bibliográficas

- Akerman, M. (2000). Examinando elementos que possam influenciar a formulação de políticas em estudos que utilizaram indicadores compostos: o chão contra o cifrão. *Ciência e saúde coletiva*, 5(1), p.2. <https://doi.org/10.1590/s1413-81232000000100010>
- Alberto, I. (2022). As cidades de 15-minutos na ótica das crianças. [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Porto.
- Almeida, J. (2019). Bus bunching: the case of Carris' transit line 758. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Superior Técnico, p.19.
- Amorim, J. (2019). Comparação de diferentes perspetivas de equidade no transporte público, aplicação ao estudo da Linha Circular do Metropolitano de Lisboa. [Dissertações de Mestrado]. Universidade de Lisboa, p.12.
- AskPython (2020). How to Normalize Data in Python – All You Need to Know. Disponível em: [How to Normalize Data in Python - All You Need to Know - AskPython](#)
- Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmassani, H., Gopal, A., Srour, I., & Weston, L. (2002). Development of an Urban Accessibility Index- FHWA/TX-02-4938-4.DOC., p.176.
- Câmara Municipal de Lisboa (2005). Lisboa: O Desafio da Mobilidade, Coleção de Estudos Urbanos – Lisboa XXI, 7, p.153.
- Candido, J. (2022). Mobilidade e acessibilidade urbana na cidade de Campina Grande - Brasil: uma tendência para a manutenção de um processo de exclusão social pelo transporte. [Tese de Doutoramento]. Universidade de Coimbra, p.64 - 159.
- Cats, O., Rufi, F., & Koutsopoulos, H. (2014). Optimizing the Number and location of time point stops. *Public Transport*,  
DOI: 10.1007/s12469-014-0092-1.
- Carris (2023). Mapas. Disponível em: [Mapas \(carris.pt\)](#)
- CCDR-LVT (2002a). Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento

Regional de Lisboa e Vale do Tejo, p.72. Disponível em: [PROT-AML versao-editada 2002.pdf \(ccdr-lvt.pt\)](#)

CCDR-LVT (2002b). PROT-AML – Estudos de Fundamentação Técnica, Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo. Disponível em: [Vol-3 relatorio-funda-tecn habitacao-demografia-equipamentos.pdf \(ccdr-lvt.pt\)](#)

CCDR-LVT (2002c). PROT-AML – Sistema de Transportes, Diagnóstico Setorial. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo, Lisboa. Disponível em: [PROT AML-Diagnóstico Transportes.docx \(ccdr-lvt.pt\)](#)

Coelho, R. (2022). Em Portugal temos potencial para ter várias cidades dos 15 minutos. Jornal de Notícias. Disponível em: ["Em Portugal temos potencial para ter várias cidades dos 15 minutos" \(jn.pt\)](#)

Costa, A. (2008). Manual de Planeamento das Acessibilidades e da Gestão Viária – Transportes Públicos, p.5.

Costa, A., Sarmiento, J., Sousa, V. & Januário, J. (2021). Sistemas de Transportes em Portugal: Análise de Eficiência e Impacto Regional. Disponível em: [resumo-do-estudo-sistemas-de-transportes-em-portugal.pdf \(ffms.pt\)](#)

Covas, J. (2010). Modelação das acessibilidades face a alterações das condicionantes de circulação viária em Lisboa: O caso da deslocação ao Centro Comercial Colombo. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Lisboa, p. 12.

CP (2023a). Cronologia da história dos caminhos de ferro em Portugal. Disponível em: [Cronologia | CP - Comboios de Portugal](#)

CP (2023b). Mapa de Serviços. Disponível em: [Mapa de serviços CP](#)

CP (2023c). Diagrama da Rede. Disponível em: [CP mapa](#)

CP (2023d). Política Ambiental. Disponível em: [Política ambiental | CP - Comboios de Portugal](#)

Cruz, J. (2005). Design contra o crime nos transportes públicos de Lisboa e Porto. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Aveiro, pp. 75-100.

- ESRI (n.d.). Create and use a network dataset with public transit data. Disponível em: [Create and use a network dataset with public transit data—ArcGIS Pro | Documentation](#)
- Ferraz, I. (2012). Aplicação de SIG em Sistemas de Informação ao Cliente de Transportes Públicos. [Dissertação de Mestrado]. Universidade da Beira Interior.
- Ferreira, R. (2019). Acessibilidade à rede de serviços de urgência: o caso do Baixo Alentejo. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Lisboa.
- Geirinhas, J. (2001). Conceitos e Metodologias. BGRI - Base Geográfica de Referenciação de Informação, p.3. Disponível em: [Conceitos e Metodologias. BGRI - Base Geográfica de Referenciação de Informação - PDF Download grátis \(docplayer.com.br\)](#)
- Graça, A. (2019). Novos serviços de transporte, Acessibilidade e Usos do solo. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Lisboa.
- Grancho, N. (2005). Origem e Evolução Recente dos Sistemas de Informação Geográfica em Portugal. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Nova de Lisboa.
- IMTT. (2011a). Tipologias de meios e modos de transporte. Coleção de Brochuras Técnicas / Temáticas. Pacote da Mobilidade. Lisboa: IMTT, p.18.
- IMTT. (2011b). Rede Viária - Princípios de planeamento e desenho. Coleção de Brochuras Técnicas / Temáticas. Pacote da Mobilidade. Lisboa: IMTT, p.18.
- IMTT. (2011c). Soluções de Transportes Flexíveis. Coleção de Brochuras Técnicas / Temáticas. Pacote da Mobilidade. Lisboa: IMTT.
- João, F. (2015). Acessibilidade e Mobilidade na Cidade de Luanda em situação de escassez de informação Pistas para Intervenções. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Superior Técnico, p.27.
- Leite, M. (2012). Aplicabilidade dos SIG na Gestão dos Transportes Públicos. Caso de Estudo: Município de Almada. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Nova de Lisboa, pp.36-38.

- Lisboa Para Pessoas (2022). Carris vai rever toda a sua rede pela primeira vez em quase duas décadas. Disponível em: [Carris vai rever toda a sua rede pela primeira vez em quase duas décadas \(lisboaparapessoas.pt\)](https://lisboaparapessoas.pt)
- Lopes, D. (2013). Modelo SIG para apoio à análise de sistemas de transportes e usos do solo. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, pp. 24-27.
- Lopes, M. (2022). Transportes em Lisboa: uma manta de retalhos ineficiente. Público. Disponível em: [Transportes em Lisboa: uma manta de retalhos ineficiente | Opinião | PÚBLICO \(publico.pt\)](https://publico.pt)
- Lousa, R. (2012). Planeamento e gestão operacional de uma rede de transporte público de passageiros: análise de um caso de estudo. [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Porto, p.20.
- Marques da Costa, N. (2007). Mobilidade e Transporte em Áreas Urbanas: o caso da Área Metropolitana de Lisboa. [Tese de Doutoramento]. Universidade de Lisboa, pp. 40 – 314.
- Marques da Costa, N. (2016). Atlas Digital da Área Metropolitana de Lisboa. Acessibilidades e Transportes. Disponível em: [Atlas Digital AML Pub.pdf](https://atlasdigital.aml.pt)
- Metropolitano de Lisboa (2023a). História do Metro. Disponível em: [História do Metro - Site do Metropolitano de Lisboa, EPE - Empresa \(metrolisboa.pt\)](https://metrolisboa.pt)
- Metropolitano de Lisboa (2023b). Horários e Frequências de Comboios. Disponível em: [Horários e frequências - Metropolitano de Lisboa, E.P.E. \(metrolisboa.pt\)](https://metrolisboa.pt)
- Metropolitano de Lisboa (2023c). Mapas e Diagramas. Disponível em: [Mapas e diagramas - Metropolitano de Lisboa, E.P.E. \(metrolisboa.pt\)](https://metrolisboa.pt)
- Morgado, P. (2010). Efeito Estruturante das Redes de Transporte no Território. Modelo de Análise. [Tese de Doutoramento]. Universidade de Lisboa, pp.ç 109-114.
- Murad, M. (2021). Planning and operation of transport systems in Mediterranean Mid-Size Metropolitan Areas: Lisbon and Homs as a case studies. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Lisboa, p.12.

- Oliveira, L. (2015). Identificação e representação automática de percursos de autocarros. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, p.31.
- Pereira, H. (2012). Planeamento Rodoviário e Inércia da Procura de Transporte em Portugal. [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Porto.
- Pimenta, R. (2013). Acessibilidade e Turismo Urbano no caso de Lisboa. [Tese de Doutoramento]. Universidade Nova de Lisboa.
- Neumann, S. (2023). Como as “cidades de 15 minutos” se transformaram em uma teoria da conspiração internacional. Um Só Planeta. Disponível em: [Como as “cidades de 15 minutos” se transformaram em uma teoria da conspiração internacional | Sociedade | Um só Planeta \(globo.com\)](#)
- Salgado, D. (2020). Modelo para Otimização das Rotas de Recolha de Resíduos no Concelho de Santarém. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Lisboa.
- Silva, A. (2009). Optimização da recolha de resíduos urbanos. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Aveiro.
- Silva, D. (2006). Sistemas de Informação Geográfica para Transportes - Uma Aplicação aos Transportes Urbanos de Guimarães. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Nova de Lisboa, p. 28-72.
- Silva, G. (2017). Aplicação do Algoritmo de Dijkstra na Otimização Multiobjetivo de Rotas de Evacuação em Cenários de Nuvem Tóxica. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Pernambuco.
- Varela, T. (2016). Interfaces de Transportes na AML e Novas Centralidades Metropolitanas. [Dissertação de Mestrado]. Universidade de Lisboa.
- Vaz, F. (2019). Estudo dos congestionamentos e tempos de espera numa empresa de transportes metropolitana. [Dissertação de Mestrado]. ISCTE - Instituto Universitário de Lisboa.

## Anexos

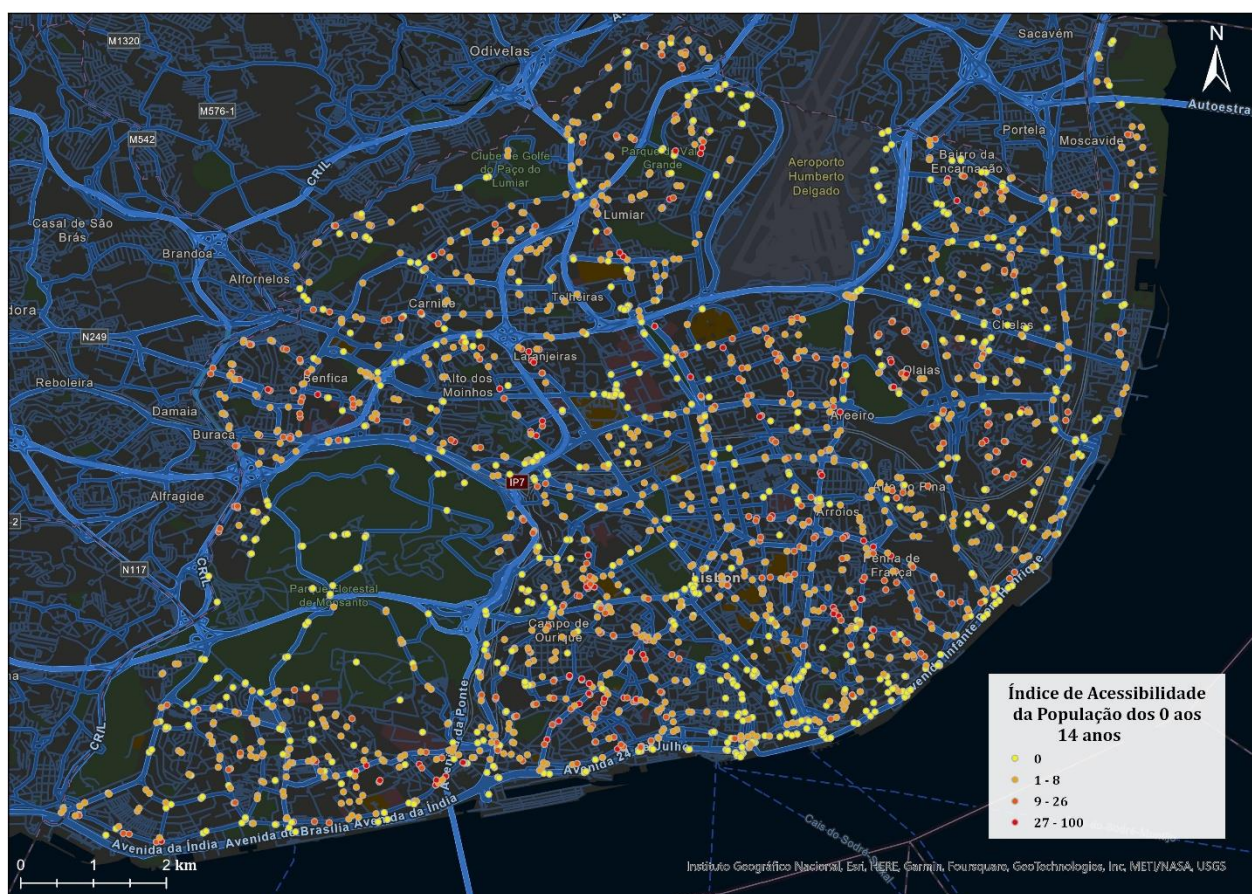


Figura 49 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 50m, por quantis - Carris

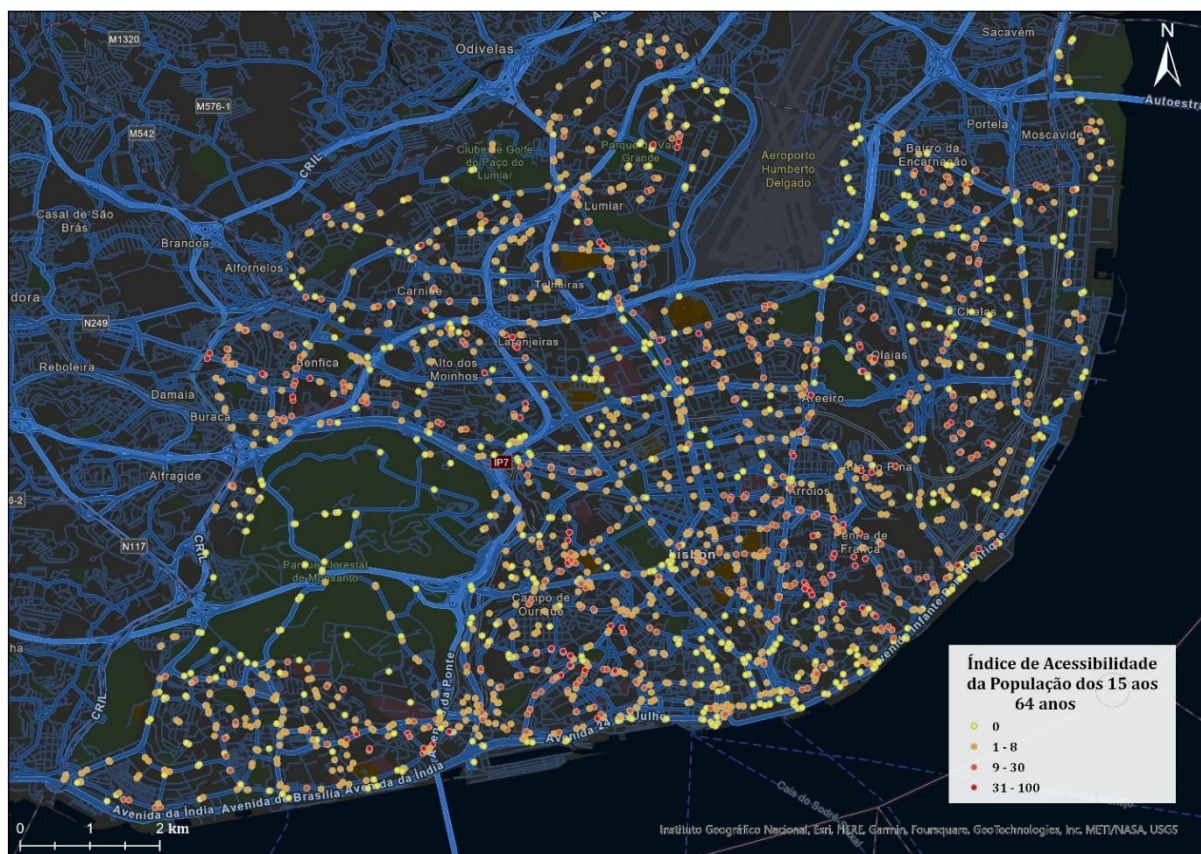


Figura 50 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 50m, por quantis - Carris

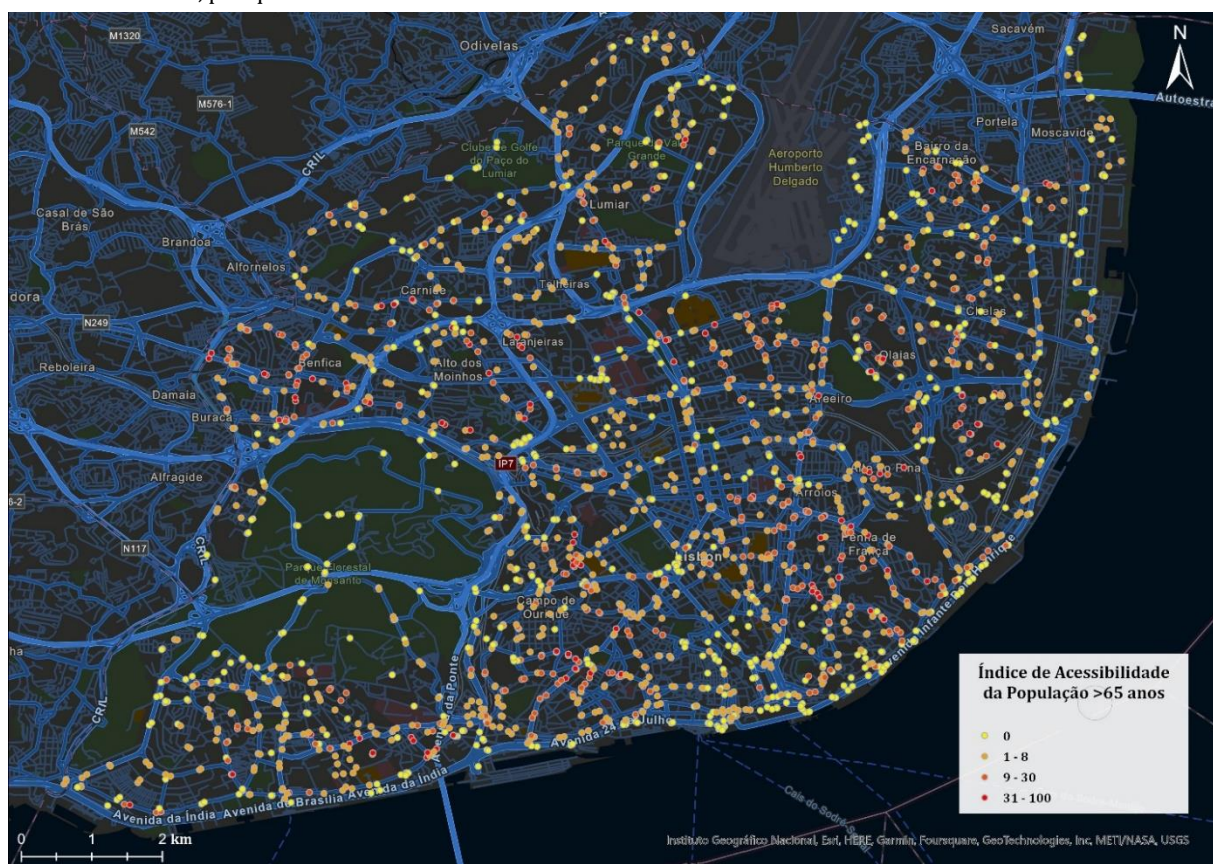


Figura 51 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 50m, por quantis - Carris

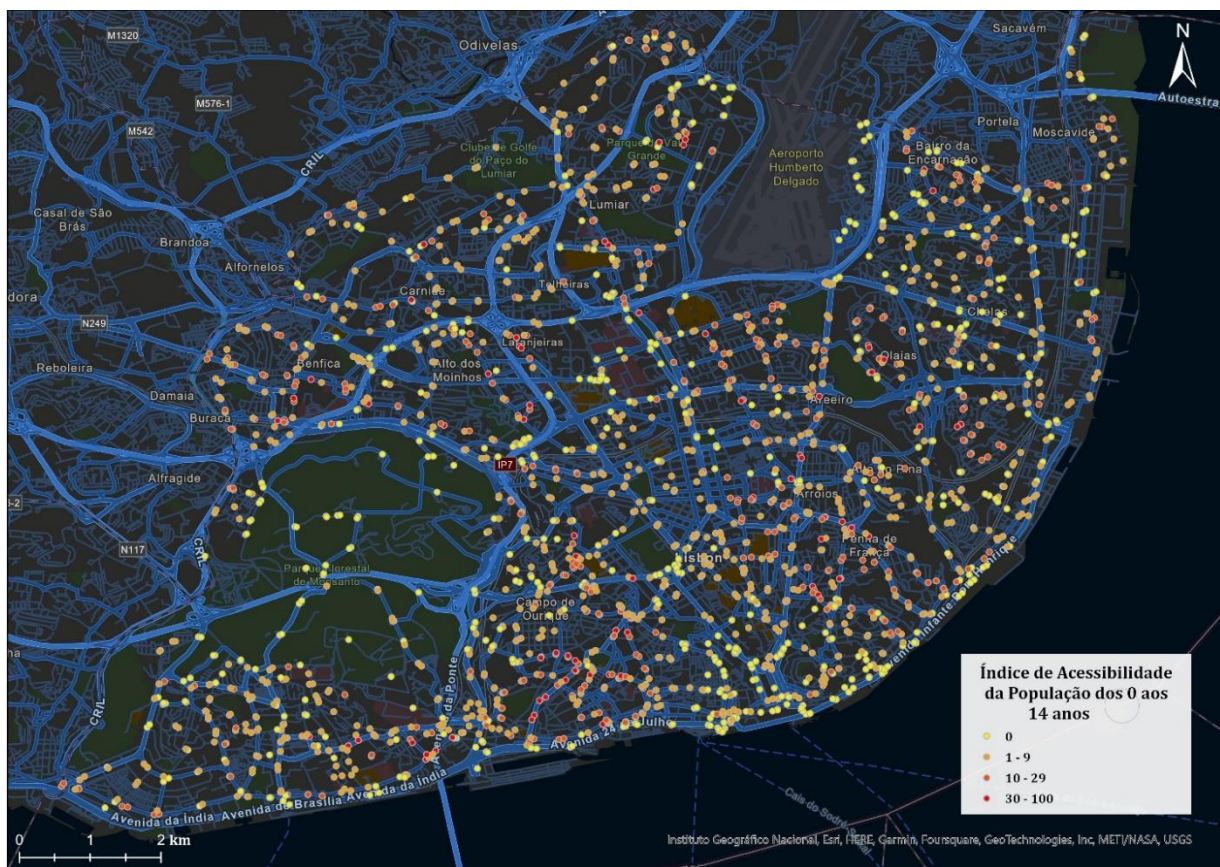


Figura 53 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 100m, por quantis - Carris

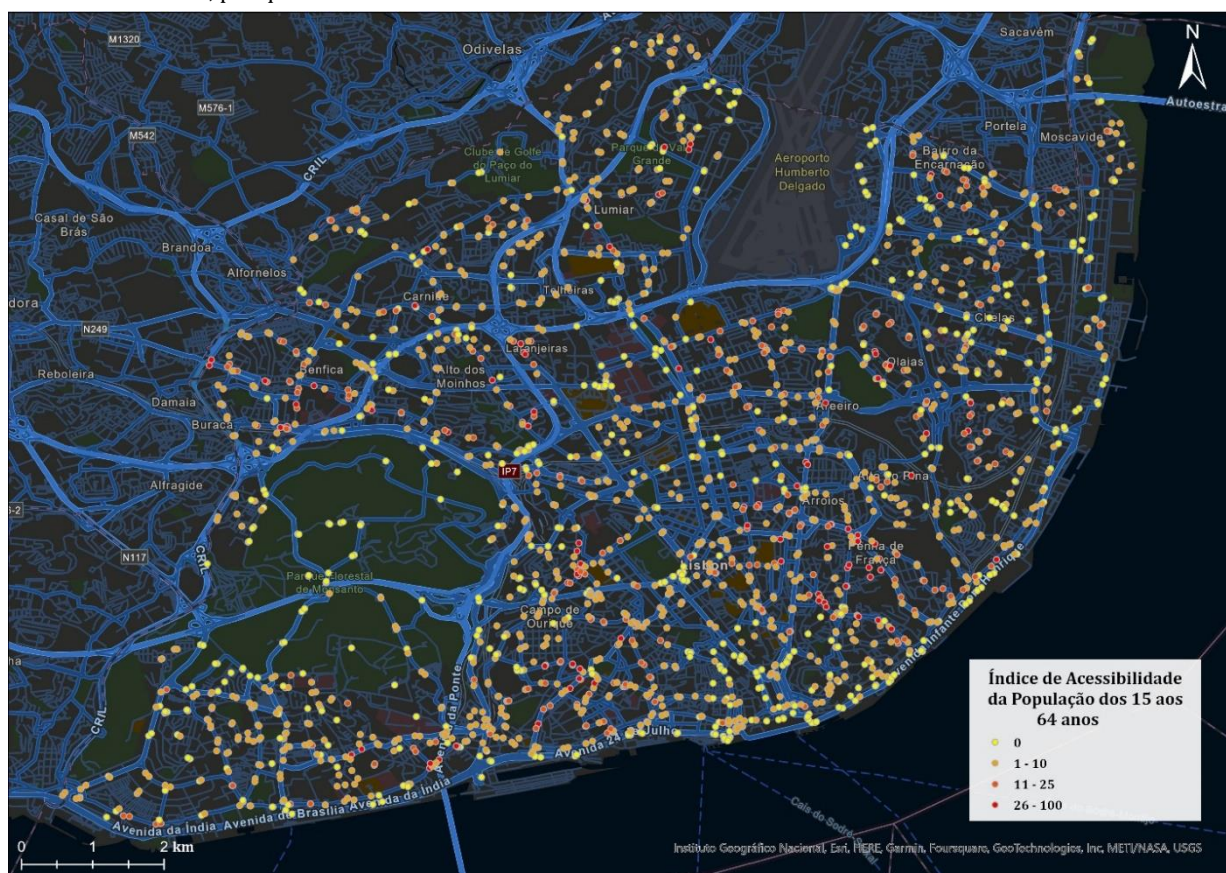


Figura 52 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 100m, por quantis - Carris

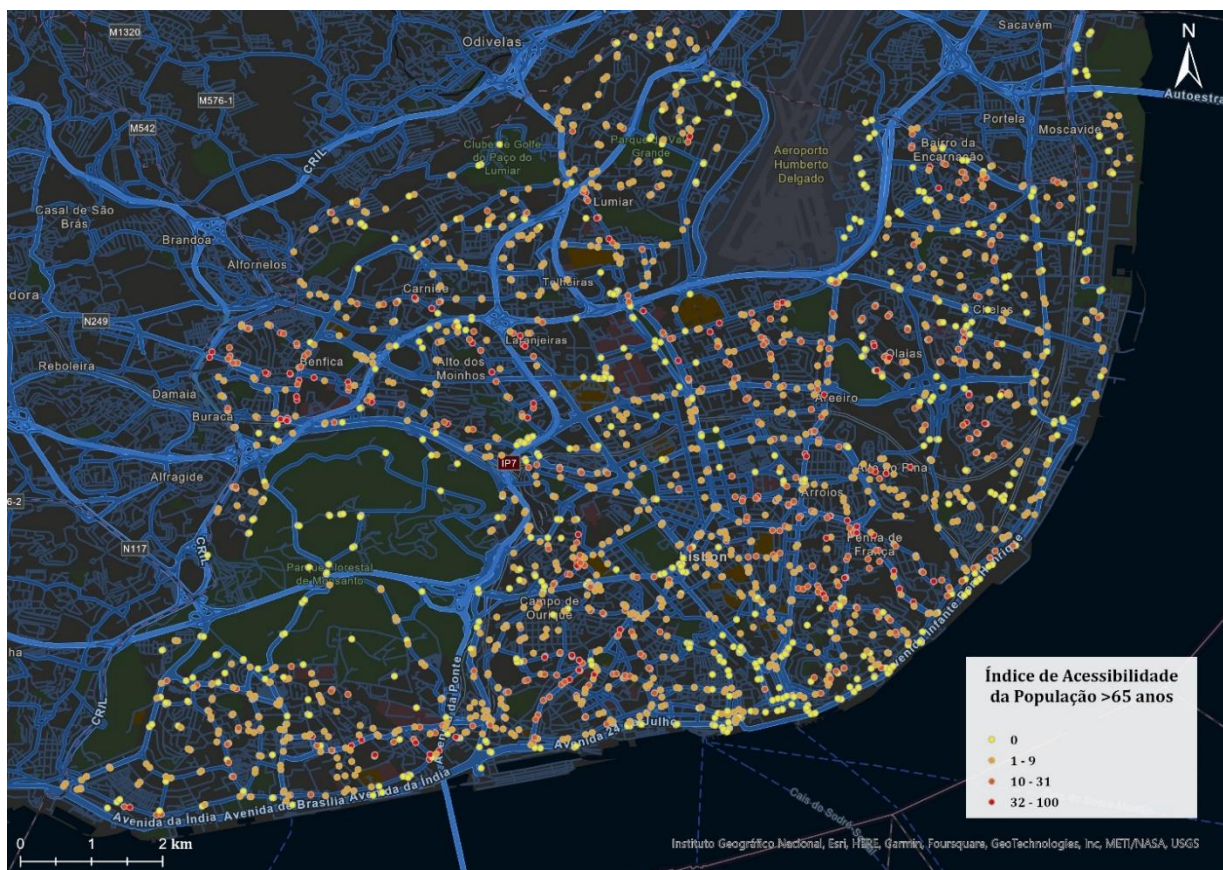


Figura 55 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 100m, por quantis - Carris

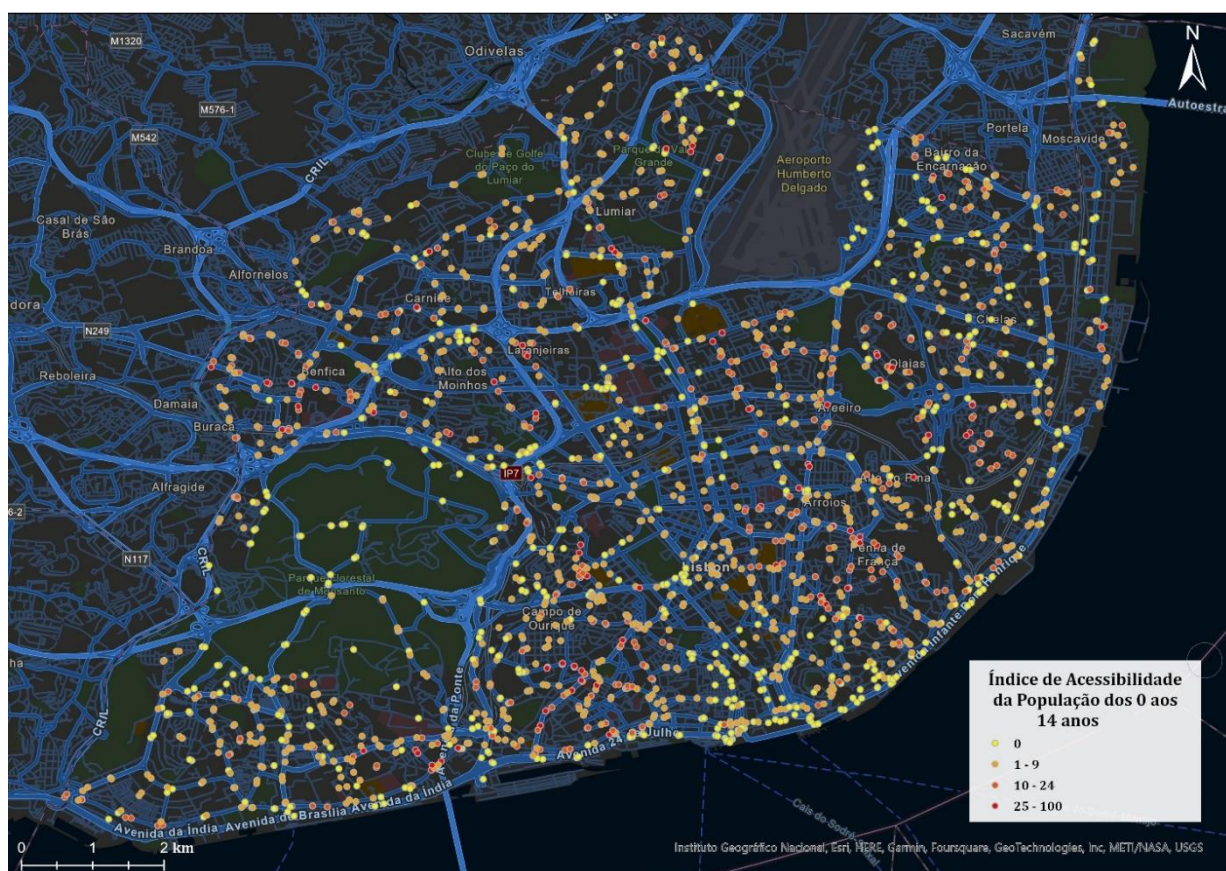


Figura 54 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população jovem numa área de influência de 150m, por quantis - Carris

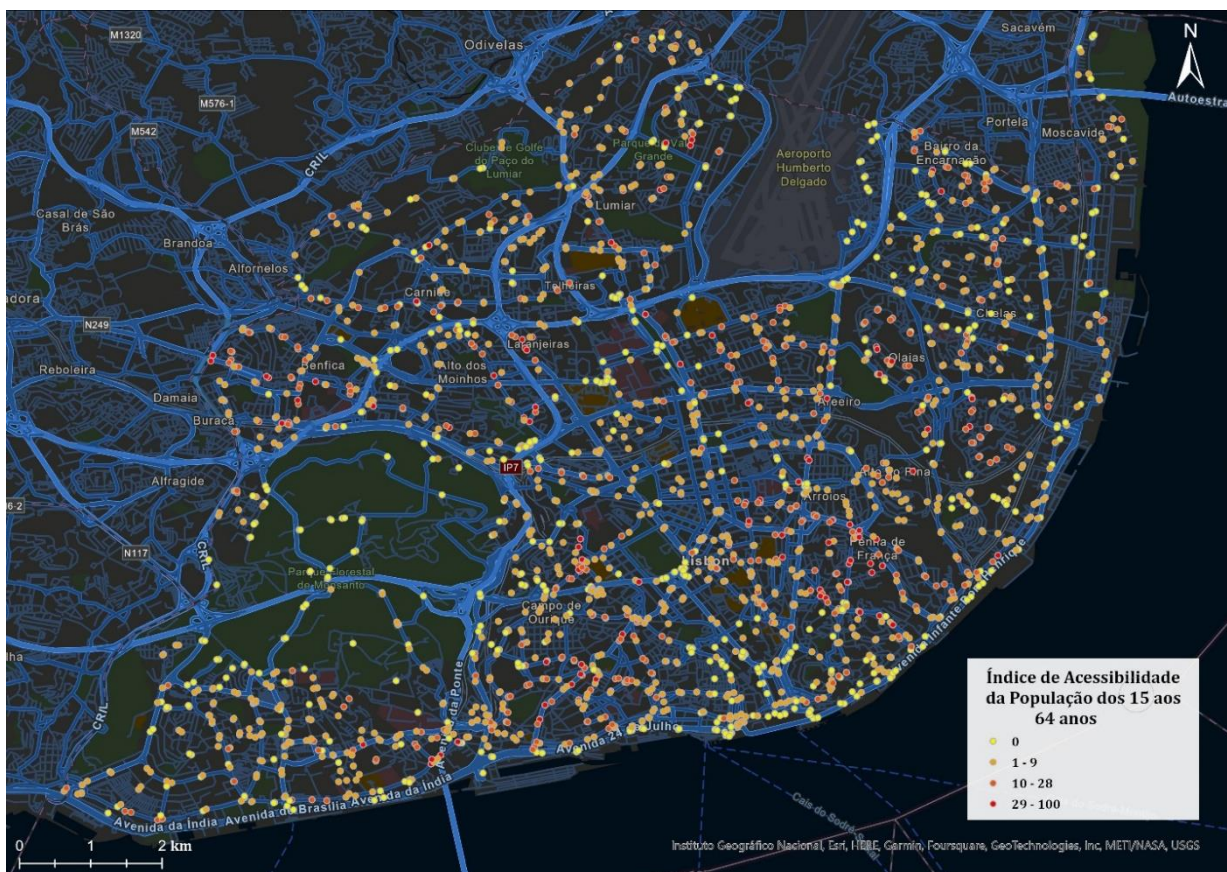


Figura 57 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população adulta numa área de influência de 150m, por quantis - Carris

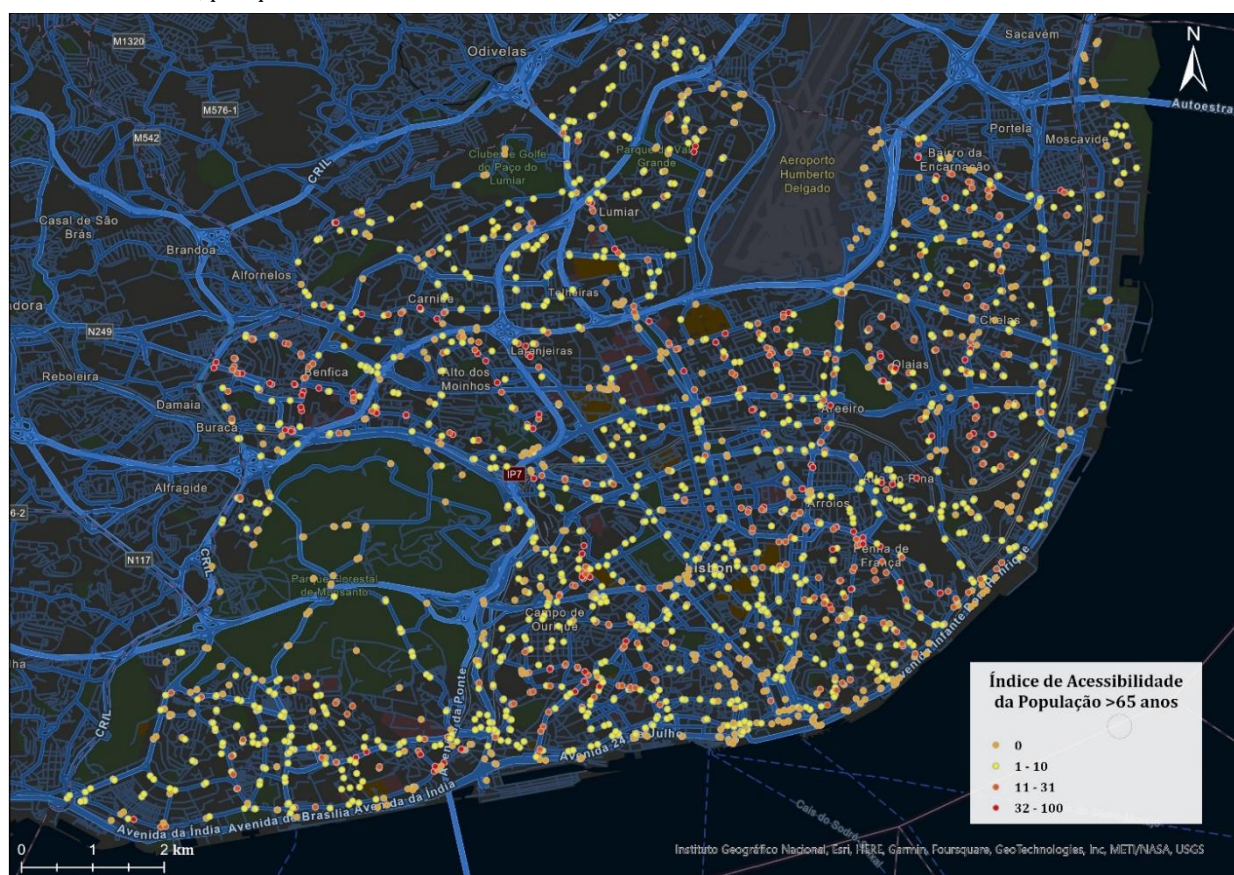


Figura 56 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de autocarro para a população idosa numa área de influência de 150m, por quantis - Carris



Figura 59 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 200m, por quantis - ML

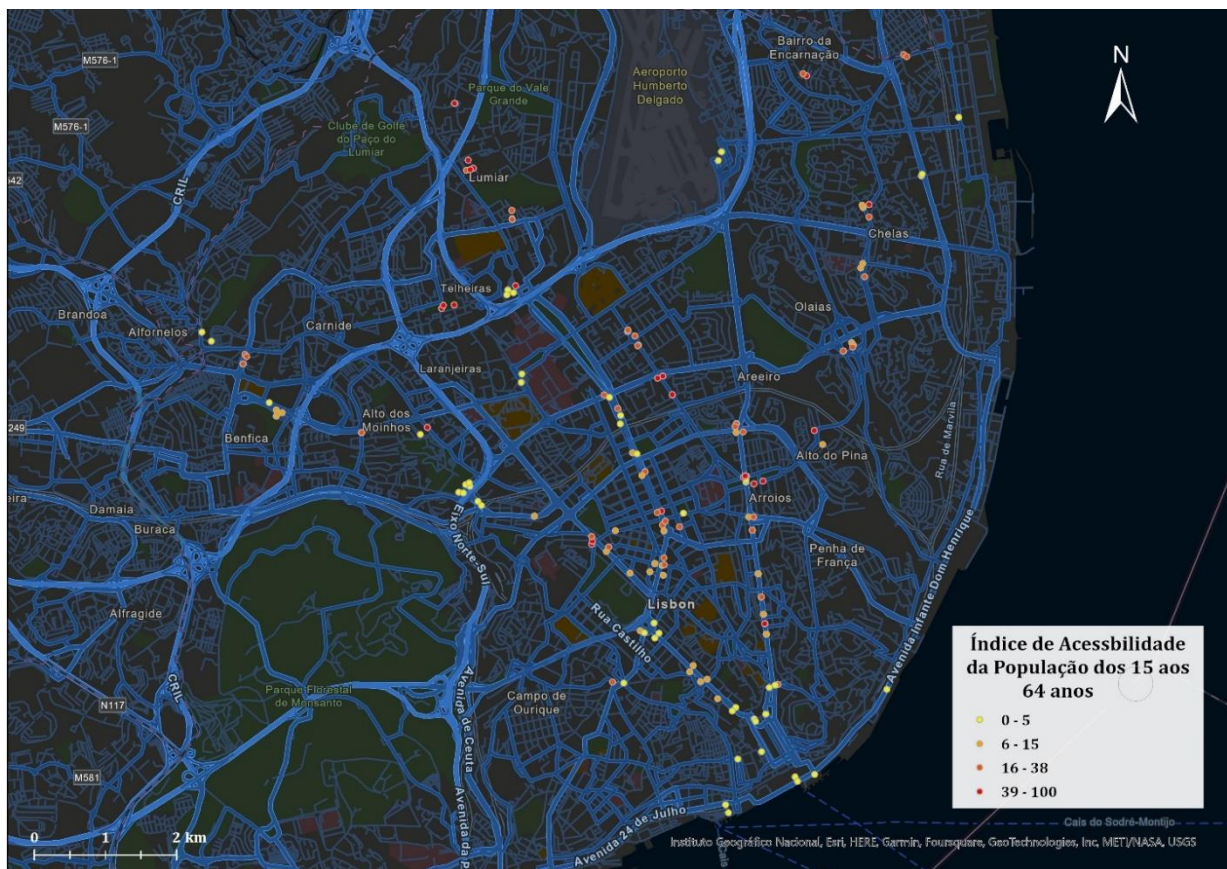


Figura 58 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população adulta numa área de influência de 200m, por quantis - ML

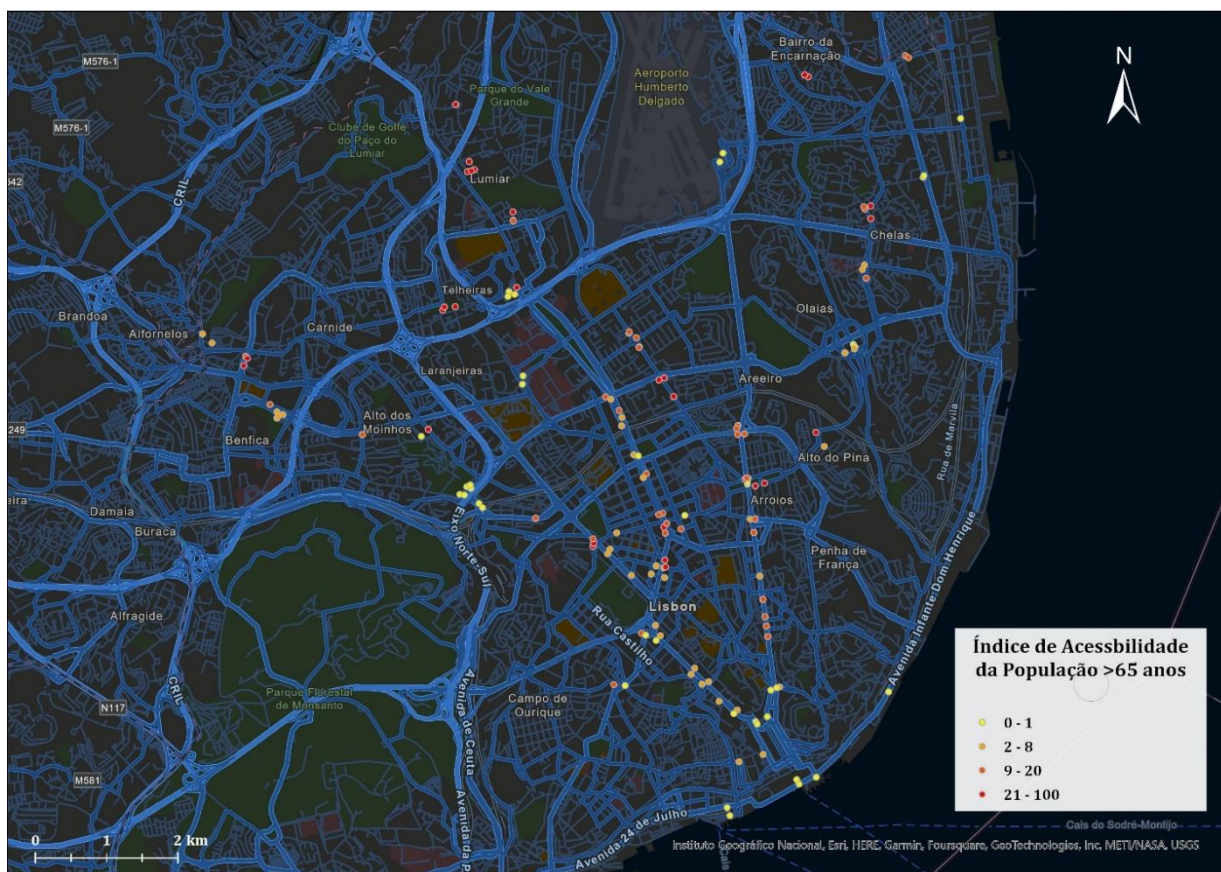


Figura 61 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população idosa numa área de influência de 200m, por quantis - ML



Figura 60 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de metro para a população jovem numa área de influência de 400m, por quantis - ML





Figura 65 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 450m, por quantis - CP



Figura 64 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 450m, por quantis - CP



Figura 67 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população idosa numa área de influência de 450m, por quantis - CP



Figura 66 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população jovem numa área de influência de 750m, por quantis - CP



Figura 69 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 750m, por quantis - CP

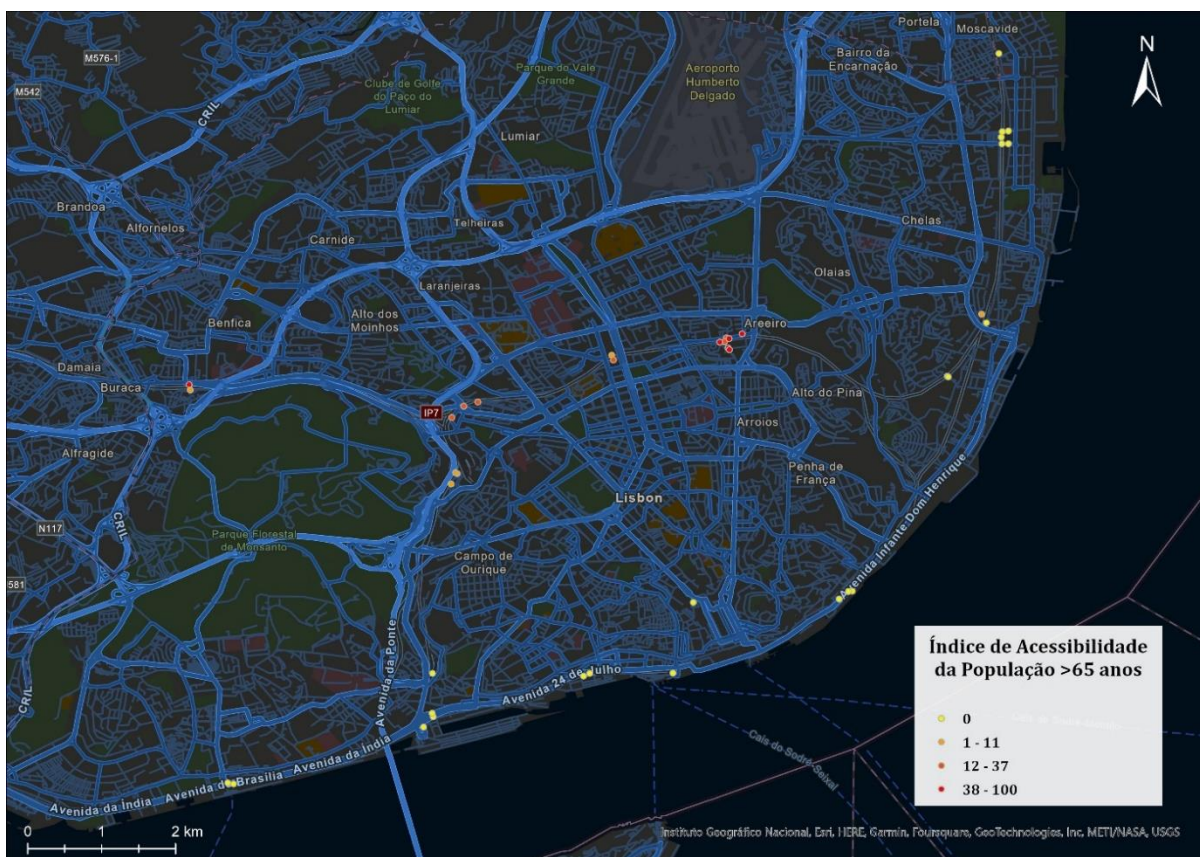


Figura 68 - Distribuição do índice de acessibilidade do serviço de comboio para a população adulta numa área de influência de 750m, por quantis - CP