



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

André Filipe Freire Gonçalves

INFRAESTRUTURA VERDE E PLANEAMENTO
URBANO SUSTENTÁVEL

Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiente, na área de Especialização em Território e Cidades Sustentáveis, orientada pelo Professor Doutor João Miguel Fonseca Bigotte e pela Professora Doutora Oxana Anatolievna Tchepel e apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Setembro de 2023

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Departamento de Engenharia Civil

André Filipe Freire Gonçalves

INFRAESTRUTURA VERDE E PLANEAMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

GREEN INFRASTRUCTURE AND SUSTAINABLE URBAN PLANNING

Dissertação de Mestrado em Engenharia Ambiente, na área de Especialização em Território e Cidades Sustentáveis,
orientada pelo Professor Doutor João Miguel Fonseca Bigotte e pela Professora Doutora Oxana Anatolievna Tchepel

Esta Dissertação é da exclusiva responsabilidade do seu autor. O Departamento de Engenharia Civil da FCTUC
declina qualquer responsabilidade, legal ou outra, em relação a erros ou omissões que possa conter.

setembro de 2023



UNIVERSIDADE D
COIMBRA

AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer aos meus orientadores, Professor João Bigotte e Professora Oxana Tchepel, que se debruçaram sobre o tema proposto e, durante toda esta jornada, estiveram disponíveis, seja virtualmente ou presencialmente, para tirar dúvidas, esclarecer ideias e fazer com que o presente documento sobre acessibilidade a espaços verdes ganhasse forma.

Fico grato também pelo apoio que recebi do Engenheiro José Vilhena, que trabalha na Divisão de Espaços Verdes e Jardins da Câmara Municipal de Coimbra (CMC) e ao Professor Francisco Queiroz, da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC), que se mostraram acessíveis para conversar sobre o tema proposto nesta dissertação. Ao longo dos contactos, ambos fizeram-me perceber onde era possível obter informações e fontes de dados mais confiáveis para a criação deste documento.

Deixo o meu especial carinho a todos os meus familiares por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui e também aos meus amigos, de dentro e fora da universidade, que tiveram paciência em momentos difíceis durante este processo desafiante, principalmente na reta final.

RESUMO

As Infraestruturas Verdes têm se demonstrado um conceito importante para a construção e planeamento de cidades mais sustentáveis, que utilizam estruturas como os espaços verdes para, não só combater problemas provocados pelas infraestruturas cinzentas como as ilhas de calor e a impermeabilização do solo, mas também para aumentar o bem-estar e a qualidade de vida dos seus cidadãos. Contudo, a densidade populacional elevada e a pressão sobre os solos, presentes nas grandes cidades, dificulta a criação e o acesso a espaços verdes, existindo assim a necessidade de aferir a disponibilidade e a distribuição espacial destes espaços.

O objetivo deste trabalho é estudar e implementar uma metodologia que permita medir a acessibilidade a Infraestruturas Verdes em meio urbano, apoiando-se no conceito de planeamento urbano sustentável das Cidades 15 minutos. Desta forma, criou-se uma metodologia com base nos critérios da Direção Geral do Território (DGT), que permitiu produzir três análises espaciais distintas, com diferentes níveis de detalhe dos dados referentes aos espaços verdes, possíveis de serem comparadas entre si.

Ao aplicar a metodologia à cidade de Coimbra, os resultados obtidos permitiram concluir que, atualmente, Coimbra é uma cidade com muitas áreas previstas para a construção de espaços verdes, mas que só uma parcela delas é que efetivamente está a ser utilizada com este fim. Para aumentar a acessibilidade e a capitação, que se apresentam abaixo dos valores recomendados pela DGT, não será preciso alterar a designação de uso do solo de outras áreas, como acontece em algumas cidades mais densamente povoadas, e sim requalificar os espaços que já estão previstos no Plano Diretor Municipal (PDM) da cidade.

Palavras-chave: Infraestruturas Verdes, Espaços Verdes, Acessibilidade, Cidades 15 minutos, Sustentabilidade, Planeamento Urbano

ABSTRACT

Green infrastructure has proven to be an important concept for building and planning more sustainable cities, which use structures such as green spaces not only to combat problems caused by gray infrastructure such as heat islands and soil sealing, but also to increase the well-being and quality of life of their citizens. However, the high population density and pressure on land present in large cities makes it difficult to create and access green spaces, so there is a need to assess the availability and spatial distribution of these spaces.

The aim of this work is to study and implement a methodology to measure accessibility to green infrastructure in urban areas, based on the sustainable urban planning concept of 15-minute cities. In this way, a methodology was created based on the criteria of the General Directorate of the Territory (DGT), which made it possible to produce three different spatial analyses, with different levels of detail of the data relating to green spaces, which can be compared with each other.

By applying the methodology to the city of Coimbra, the results obtained allowed us to conclude that Coimbra is currently a city with many areas planned for the construction of green spaces, but that only a portion of them are actually being used for this purpose. To increase accessibility and capitation, which are below the values recommended by the DGT, it will not be necessary to change the land use designation of other areas, as happens in some more densely populated cities, but rather requalify the spaces that are already planned in the Municipal Master Plan (PDM) of the city.

Keywords: Green Infrastructure, Green Spaces, Accessibility, 15-minute city, Sustainability, Urban Planning

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 ENQUADRAMENTO	1
1.2 OBJETIVO.....	3
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	3
2. REVISÃO DA LITERATURA	4
2.1 INFRAESTRUTURAS VERDES	4
2.1.1 Benefícios das Infraestruturas Verdes	6
2.1.2 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e estratégias setoriais	8
2.2 ACESSIBILIDADE	10
2.2.1 Espaços verdes acessíveis.....	11
2.2.2 Indicadores de acessibilidade a espaços verdes.....	12
2.3 CIDADE 15 MINUTOS	16
2.3.1 Pilares das Cidades 15 minutos	17
2.3.2 Benefícios das Cidades 15 minutos	20
2.3.3 Contribuição dos espaços verdes para as Cidades 15 minutos.....	22
3. METODOLOGIA.....	24
4. ESTUDO DE CASO	32
4.1 DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO	32
4.2 ANÁLISE 1	41
4.3 ANÁLISE 2	44
4.4 ANÁLISE 3	46
4.5 ANÁLISE COMPARATIVA	50
5. CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO A – ESPAÇOS VERDES DA CAMADA CMC.....	A-1
ANEXO B – CAMADA VETORIAL DO PDM DE COIMBRA	A-2
ANEXO C – CAMADA VETORIAL DO OSM	A-3
ANEXO D – CAMADA VETORIAL EXTRAIDA DO URBAN ATLAS	A-4
ANEXO E – CAMADA VETORIAL EXTRAIDA DO COS2018.....	A-5
ANEXO F – REDE DE ACESSO EM BRUTO	A-6
ANEXO G – ESPAÇOS VERDES INCLUÍDOS NA ANÁLISE 1 ORDENADOS POR DIMENSÃO	A-7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Espaços verdes públicos disponíveis (m ² /hab) em várias cidades europeias (extraído de Urban data Platform Plus).....	13
Figura 2.2 – Padrões de acessibilidade de espaços verdes segundo o Green Infrastructure Planning and Design Guide (Natural England, 2023).....	14
Figura 2.3 – Flor de Proximidade de Madrid (EIT Urban Mobility, 2022).....	19
Figura 3.1 – Apresentação esquemática da metodologia implementada	24
Figura 3.2 – Comparação entre <i>Buffer</i> euclidiano e análise de rede de 200 m de distância de percurso em situações de diferentes densidades de rede	28
Figura 3.3 – Atribuição dos pontos de acesso aos quatro diferentes tipos de acesso a espaços verdes identificados.....	29
Figura 4.1 – Localização e delimitação da área de estudo e do seu respetivo buffer	32
Figura 4.2 – Distribuição da densidade populacional na área de estudo.....	33
Figura 4.3 – Modelo da rede de transportes utilizada (segmentos caminháveis) para o estudo de acessibilidade.....	34
Figura 4.4 – Espaços verdes de Coimbra presentes na fonte de dados (a) PDM de Coimbra, (b) OSM, (c) UrbanAtlas 2018, e (d) COS2018.....	35
Figura 4.5 – Espaços verdes de Coimbra presentes no PDM de Coimbra.....	37
Figura 4.6 – Espaços verdes considerados na EVS.....	38
Figura 4.7 – Exemplo de pontos de acesso com entradas bem definidas: Jardim Botânico da Universidade de Coimbra.....	39
Figura 4.8 – Exemplo de pontos de acesso com entradas difusas: Parque Linear Vale das Flores e um pormenor da parte sudoeste do Parque.....	40
Figura 4.9 – Exemplo de ponto de acesso sem entrada formal: terreno adjacente ao Colégio de São José.....	40
Figura 4.10 – Camada vetorial dos elementos considerados na Análise 1	41
Figura 4.11 – Áreas de cobertura da Análise 1, sobrepostas com o mapa de densidade populacional.....	42
Figura 4.12 – Camada vetorial dos elementos considerados na Análise 2.....	44
Figura 4.13 – Áreas de cobertura da Análise 2, sobrepostas com o mapa de densidade populacional.....	45

Figura 4.14 – Áreas de cobertura da Análise 3 correspondentes só ao acesso à EVS, sobrepostas com o mapa de densidade populacional.....	47
Figura 4.15 – Áreas de cobertura da Análise 3 correspondentes às zonas que têm em simultâneo acesso à EVS e à EVP, sobrepostas com o mapa de densidade populacional.....	49
Figura 4.16 – População com acesso a espaços verdes [%] em cada análise.....	50
Figura 4.17 – Capitação de espaços verdes [m ² /hab] resultante de cada análise.....	51

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Possíveis benefícios das Infraestruturas Verdes agrupados de acordo com os principais tipos de serviços ecossistémicos (adaptado do relatório Green infrastructure and territorial cohesion 2011).....	7
Quadro 2.2 – Indicadores e valores padrão considerados para a classificação da Estrutura Verde Primária e Secundária, DGOT (adaptado de Magalhães, M., 1992).....	15
Quadro 3.1 – Níveis de detalhe considerados para os dados dos espaços verdes em cada uma das três análises	31
Quadro 4.1 – Comparação entre as quatro fontes de dados dos espaços verdes pertencentes à EVP.....	36
Quadro 4.2 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 1.....	43
Quadro 4.3 – Capitação de espaços verdes da Análise 1 em Coimbra.....	43
Quadro 4.4 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 2.....	45
Quadro 4.5 – Capitação de espaços verdes da Análise 2 em Coimbra.....	46
Quadro 4.6 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 3, contemplando só a EVS.....	47
Quadro 4.7 – Capitação de espaços verdes da Análise 3, contemplando só a EVS.....	48
Quadro 4.8 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 3, contemplando a EVP e a EVS.....	49

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Atualmente, as cidades ocupam cerca de 1% do território global, mas albergam mais de 50% da população mundial (OWD, 2018). Isso torna a área urbana um dos territórios do mundo mais densamente povoada e onde se sente mais os impactos da artificialização e da falta de elementos naturais. A previsão da ONU é de que em 2050 a população residente em cidades chegue aos 70% da população global (ONU News, 2019). O crescimento das áreas urbanas tem trazido desafios significativos para o bem-estar e qualidade de vida das populações que nelas habitam, e também para o meio ambiente e habitats naturais que sofrem com a extração de recursos naturais e com a poluição associada ao metabolismo das cidades.

Ao tentar dar resposta aos desafios provocados pelo acelerado aumento da população das áreas urbanas e da extração de recursos para as manter, as Nações Unidas têm fomentado o debate em torno de uma forma mais sustentável de desenvolvimento assente na expansão da qualidade de vida de todos, sem comprometer o meio ambiente (Nações Unidas, 2012). Surgem, dessa forma, os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (17 ODS), que pretendem clarificar os possíveis rumos a adotar. Esta estratégia tem ganho destaque nas mais variadas políticas setoriais por reconhecer que o desenvolvimento de um país não está desconectado de outros aspetos como a promoção da saúde, da educação, da redução da desigualdade de género, da proteção do meio ambiente e da promoção do bem-estar (BCSD, 2022).

De entre os vários ODS, o que mais se foca na problemática das cidades é o ODS 11, conhecido como “Cidades e Comunidades Sustentáveis”, que tem como objetivo tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis até 2030. Este objetivo reconhece o crescente processo de urbanização ao redor do mundo e busca enfrentar os desafios associados a ele, através de um desenvolvimento urbano equilibrado focado em soluções mais sustentáveis baseadas na natureza.

Uma estratégia fundamental para alcançar esses objetivos é a implementação, no planeamento urbano, de Infraestruturas Verdes, que podem ser elementos naturais ou projetados que fornecem serviços ecossistémicos benéficos para o meio ambiente e as suas populações. Este conceito inclui parques, jardins, corredores ecológicos, espaços verdes de uso comunitário e outras áreas que promovem a biodiversidade, a qualidade do ar, o controle de cheias, o conforto térmico, a saúde e bem-estar dos habitantes e permitem o acolhimento de atividades ao ar livre de recreio, lazer, desporto e socioculturais, enquanto se aproveita o contacto com a natureza.

Os elementos mais recorrentes na literatura relacionada com planeamento urbano são os espaços verdes, uma vez que permitem fornecer um maior número de funções (Taylor e Hochuli, 2017). Além de oferecerem um potencial significativo para tornar as cidades mais resilientes a eventos extremos relacionados às alterações climáticas, como ondas de calor e precipitação intensa, os espaços verdes desempenham um papel fundamental na promoção da qualidade de vida e do bem-estar da população. Por estes motivos, a sua integração no

planeamento urbano e a criação de sistemas de monitorização adequados, são essenciais para garantir a coesão territorial e maximizar os benefícios proporcionados por essas áreas naturais (EEA, 2011).

A integração dos espaços verdes nas cidades apresenta vários desafios operacionais, visto que estas áreas costumam ser compactas, intensas em construções, tendo o solo muito alterado e impermeabilizado. Mas, mesmo assim, podem ser tidas em conta estratégias como a arborização de largos, praças, avenidas, estradas, ciclovias e caminhos pedonais (corredores ecológicos), como também a criação de novos empreendimentos que considerem no seu projeto a incorporação de Infraestruturas Verdes como telhados e paredes verdes e corredores ecológicos. Estas soluções exigem pouca área de solo, aumentam a disponibilidade e a conectividade de espaços verdes nos centros urbanos e aproximam a população à natureza (TCPA, 2021).

Uma das cidades pioneiras nesta nova abordagem, tem sido Paris com a implementação do conceito de “Cidade 15 minutos”, que pretende criar cidades onde as necessidades básicas dos cidadãos possam ser atendidas a uma curta distância, a pé ou de bicicleta, em um raio de 15 minutos. Nestas cidades, os espaços verdes não são só vistos como elementos estéticos, mas sim como estruturas que contribuem para o bom funcionamento das cidades e que promovem a mobilidade ativa, o contacto da população com a natureza (contribuindo para o seu bem-estar psíquico e mental), o cultivo de alimentos frescos, saudáveis e locais, melhorando assim a dieta da comunidade (WHO, 2017).

Muitos têm sido os movimentos para construir cidades mais sustentáveis e com maior presença de espaços verdes, notando-se o seu crescimento nos últimos anos um pouco por toda a Europa (EC, 2019). Esta mudança de paradigma, na execução de políticas públicas, torna imprescindível a correta compreensão das funções destes elementos, que, quando acessíveis, impactam na qualidade de vida das pessoas nas cidades. Contudo, nos estudos elaborados a respeito de espaços verdes, tem sido notória a incorporação de áreas que não cumprem com as funções ecossistémicas que caracterizam um espaço verde, elementos como terrenos baldios ou até mesmo áreas privadas que nem sequer permitem o acesso da população. Por isso, levanta-se a hipótese de que ou a maneira como se calcula o acesso aos espaços verdes ou o entendimento de o que são, ou ambos, podem estar a conduzir a políticas públicas que resultam na subutilização dos espaços das cidades e que produzem estatísticas erradas.

Desta forma, então, esta dissertação pretende perceber como as Infraestruturas Verdes são, e podem ser, abordadas para que sejam potencializados os seus benefícios em meio urbano. Para isso, neste trabalho, foi realizado um estudo de caso para a cidade de Coimbra onde, a partir do estado da arte, foi proposta uma metodologia e indicadores para medir a acessibilidade da população a espaços verdes.

1.2 Objetivo

O presente trabalho tem como principal objetivo estudar e implementar uma metodologia que permita medir a acessibilidade a Infraestruturas Verdes em meio urbano, apoiando-se no conceito de planeamento urbano sustentável das Cidades 15 minutos.

Para isso, são tidos em conta os seguintes objetivos específicos:

- 1) Definir e enquadrar o conceito de Infraestruturas Verdes em contexto urbano;
- 2) Perceber como as Infraestruturas Verdes contribuem para o planeamento urbano sustentável;
- 3) A partir do estado da arte, definir e aplicar uma metodologia que permita aferir a acessibilidade da população a espaços verdes levando em conta diferentes critérios;
- 4) Após a aplicação dessa metodologia a um estudo de caso, a partir dos resultados obtidos e a sua discussão, propor medidas de melhoria do acesso a espaços verdes.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos.

No capítulo 2, é feita uma revisão da literatura sobre os principais conceitos abordados ao longo do trabalho, como as Infraestruturas Verdes (a sua definição e importância em contexto urbano, os seus objetivos e estratégias relacionadas com o conceito), a acessibilidade (como é definida e medida, com foco nos espaços verdes) e as Cidades 15 minutos (a sua origem, os seus pilares e benefícios e a sua relação com os espaços verdes).

No capítulo 3, com base na pesquisa efetuada no capítulo anterior, é proposta uma metodologia para medir a acessibilidade a Infraestruturas Verdes em meio urbano e definidas as fontes de dados a serem utilizadas, bem como o seu pré-tratamento.

Já no capítulo 4, é definida a área de estudo e os resultados do tratamento dos dados para o caso de estudo deste documento. São também apresentados os mapas resultantes das análises de dados espaciais e estatísticos, bem como a sua interpretação, discussão e comparação.

No quinto e último capítulo, são apresentadas as principais conclusões do presente trabalho, uma mudança de perspetiva sobre os temas abordados no presente documento e possíveis trabalhos futuros que podem ser feitos para se ter uma maior compreensão sobre o acesso a Infraestruturas Verdes em espaços urbanos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será feita uma revisão de alguns relatórios, artigos científicos e trabalhos semelhantes ao que se pretende abordar nesta dissertação. Posto isso será dividida nos três temas principais: as Infraestruturas Verdes, a acessibilidade e as Cidades 15 minutos.

2.1 Infraestruturas Verdes

Em todo o mundo conseguimos perceber um aumento da relevância sobre os debates em torno do desenvolvimento sustentável, demonstrado pelo surgimento de vários acordos e definição de objetivos estratégicos, como os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (17 ODS), que pretendem clarificar os possíveis rumos a adotar, para que cada vez mais nos aproximemos de uma sociedade que não desenvolva uma relação predatória com a natureza e sim uma relação equilibrada (Nações Unidas, 2012). Neste contexto, novas abordagens e conceitos vão sendo apresentados e discutidos como os serviços ecossistémicos, as soluções baseadas na natureza, cinturas verdes, corredores ecológicos, entre muitos outros; mas o que tem ganhado mais espaço no meio científico e político tem sido o termo Infraestruturas Verdes (IV) (Seiwert e Rößler 2020).

Apesar de haver um consenso sobre a importância da sua utilização em contextos académicos e políticos, o mesmo não acontece com a sua definição e significado. Por ser um termo aplicado nas mais variadas áreas, adquiriu inúmeras definições tornando complexa a tarefa de o entender no seu todo e de o aplicar em contextos específicos (Monteiro et al., 2022, Seiwert e Rößler 2020).

O conceito Infraestruturas Verdes pode ser relacionado com vários outros, contudo, este sobressai pela utilização do termo “Infraestrutura”, que de forma consciente e explícita faz alusão às infraestruturas pesadas, ou cinzentas, como infraestruturas públicas, as redes de abastecimento e drenagem de água, de transportes e de eletricidade que são fundamentais para um bom funcionamento das atividades humanas e devem ser ativamente geridas através de uma visão sistémica e interconectada com os demais elementos. Já a ideia por detrás do termo “Verde” costuma estar relacionada à biodiversidade, ao suporte à vida ou ao meio natural no seu todo (Thomas e Littlewood, 2010). Posto isto, a sua utilização conjunta cria o conceito de “Infraestruturas Verdes” demonstra que as funções de lazer, proteção dos ecossistemas, promoção dum estilo de vida mais ativo e saudável, fornecimento de alimentos, diminuição de escoamento de águas pluviais, regulação da temperatura e humidade do ambiente em redor, entre outras funções, começam a ganhar importância na gestão e planeamento do território (Matthews et al., 2015).

Embora não seja possível apontar a primeira vez que o termo “Infraestruturas Verdes” foi utilizado, Walmsley no seu artigo “Greenways and the making of urban form” refere Olmsted, um arquiteto paisagista americano, como sendo um dos defensores da ideia de que “um parque isolado, independentemente do tamanho ou desejo, não poderia proporcionar aos cidadãos os benefícios da natureza”. Em 1987, o President’s Commission on Americans Outdoors,

inspirados por Olmsted, divulga uma solução (Greenways) capaz de “proporcionar às pessoas acesso a espaços abertos perto de onde vivem e vincula os espaços rurais e urbanos na paisagem (...) atravessando cidades e campos como um gigantesco sistema circulante”; conceito muito aproximado ao que hoje entendemos como Infraestruturas Verdes (Seiwert e Rößler, 2020).

A noção de Infraestruturas Verdes em contexto político, começou a ganhar corpo na União Europeia em 2009, por meio da promoção de um workshop em Bruxelas que tinha como finalidade debater e determinar medidas eficazes para dar resposta à fragmentação do habitat (Seiwert e Rößler, 2020) e em 2011 pela primeira vez foi incorporada num relatório técnico da Agência Europeia do Ambiente intitulado “*Green infrastructure and territorial cohesion*” que, sobre a perspetiva da promoção da coesão territorial, apresenta o conceito e uma possível definição facilitando assim a sua integração nas políticas da UE. Neste documento, é mostrada uma versão abrangente do conceito, estabelecida pela Comissão Europeia: “Infraestrutura verde é um conceito que agrega a conectividade dos ecossistemas, à sua proteção e à provisão de serviços ecossistémicos, além de abordar a mitigação e a adaptação às alterações climáticas. (...) Também promove o ordenamento do território integrado por meio da identificação de zonas multifuncionais e da incorporação de medidas de restauração de habitats e outros elementos de conectividade em vários planos e políticas de ordenamento do território, como a ligação de zonas periurbanas e urbanas (...)” (EEA, 2011).

Em 2019 foi publicado pela Comissão Europeia um documento que define Infraestruturas Verdes como “uma rede estrategicamente planeada de áreas naturais e seminaturais com outras características ambientais projetadas e geridas para fornecer uma ampla gama de serviços ecossistémicos. (...) Em ambiente terrestre, a IV está presente tanto em ambientes rurais como em ambientes urbanos.” (Comissão Europeia, 2019a).

Na definição acima, identifica-se três componentes imprescindíveis e cumulativos para a definição de uma IV:

- 1) **Rede estrategicamente planeada** – Com vista à potencialização de todos os seus benefícios, a rede precisa de estar espacialmente e funcionalmente conectada mediante um processo de planeamento estratégico e integrado que pode necessitar de intervenções de restauração ecológica e biofísica;
- 2) **Áreas naturais e seminaturais ricas em biodiversidade** – Ecossistemas saudáveis com uma rica diversidade de espécies e elementos paisagísticos importantes para a conservação da biodiversidade;
- 3) **Ampla gama de serviços ecossistémicos** – Os elementos devem ser projetados e geridos para manter ou aumentar o fornecimento de serviços ecossistémicos.

Em Portugal, o termo Infraestruturas Verdes ainda não é um conceito estabelecido, sendo muitas vezes incorporado em outros termos presentes no léxico da legislação e na gestão do território como “Reserva Ecológica” ou “Estrutura Ecológica” que, por exemplo, não contemplam a noção de serviços ecossistémicos ou a de rede estrategicamente planeada (European Biodiversity Portal, 2020). Contudo, a ideia de que os ecossistemas devem ser tidos em conta na gestão territorial e na formulação de políticas, está presente desde 1999 com a Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/99, de 17 de maio. Este documento estabelecia a

Comissão de Coordenação Interministerial (CCI) como responsável por integrar “a política de conservação da natureza e do princípio da utilização sustentável da biodiversidade nas diferentes políticas sectoriais, bem como o acompanhamento e avaliação da execução da Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade.”

Como se pode observar, o termo Infraestruturas Verdes é recente, tanto em contexto académico como político. Por essa razão, ainda não é claro a forma como se deve aplicar o conceito de IV na legislação e na regulamentação portuguesa. Apesar disso, já tem sido incorporada em estratégias e políticas públicas de alguns estados-membros da UE, demonstrando assim a relevância da sua aplicação para a criação de um território mais coeso e resiliente, tanto em áreas urbanas como nas áreas não urbanas ou rural (EEA, 2011).

Apesar da visão holística que o conceito Infraestruturas Verdes propõe, para a sua implementação ser efetiva no território, deve-se ter em atenção as diferentes características do mesmo, como a densidade populacional, o ambiente construído, o espaço existente para a implementação de infraestrutura nova e as necessidades que a população tem para que seja garantida e promovida qualidade de vida e bem-estar. Essas diferentes características que o território e a sua população oferecem, refletem-se no tipo de estruturas que é possível de ser implementada e quais as necessidades que devem ser atendidas.

Ao passo que à escala urbana são mais comuns as estruturas menores e mais artificializadas como espaços verdes, avenidas arborizadas, telhados verdes, bosques e terras agrícolas de pequena escala, em ambiente rural as IV mais comuns são habitats estabelecidos na rede Natura 2000, redes ecológicas e rios, ribeiras e sebes (EEA, 2011). Devido à diferença de estruturas e de necessidades atendidas, a literatura científica e organismos como a União Europeia e a Organização Mundial da Saúde têm utilizado o termos “Espaços verdes” quando pretendem referir-se a Infraestruturas Verdes em meio urbano (Taylor and Hochuli, 2017, Samora-Arvela et al., 2017, WHO, 2017).

Nas zonas urbanas, os espaços verdes são vistos como lugares onde as pessoas se encontram, socializam, relaxam, praticam desporto e se conectam com a natureza, promovendo o bem-estar e a saúde mental e física. As relações de acesso e fruição são as mais valorizadas, mas estas não podem ser dissociadas do equilíbrio e saúde do ecossistema em questão (WHO, 2017). Por esse motivo, no Decreto Regulamentar n.º 15/2015, de 19 de agosto, que estabelece “os critérios de classificação e reclassificação do solo, bem como os critérios de qualificação e as categorias do solo rústico e do solo urbano em função do uso dominante, aplicáveis a todo o território nacional”, é enfatizada a importância de um bom funcionamento do ecossistema ao definir espaços verdes como “áreas com funções de equilíbrio ambiental, de valorização paisagística e de acolhimento de atividades ao ar livre de recreio, lazer, desporto e cultura”.

2.1.1 Benefícios das Infraestruturas Verdes

Os benefícios que as IV trazem para a vida humana são bastante amplos, principalmente tendo em conta as diversas áreas onde estas são aplicadas. Contudo, os mais referidos na literatura,

costumam estar associados ao princípio dos “Serviços dos ecossistemas” ou “Serviços ecossistémicos”, isto é, o conjunto de benefícios que os seres humanos recebem dos ecossistemas e que são essenciais à sua vida (TEEB, 2010, Seiwert e Rößler, 2020). No relatório supramencionado publicado pela EEA em 2011, os serviços ecossistémicos são divididos em quatro categorias, especificadas do Quadro 2.1:

1. **Serviços de Provisão** – Benefícios materiais como produtos obtidos dos ecossistemas como alimentação, água, fibras, princípios ativos, madeira;
2. **Serviços de Regulação** – Regulação de processos como o clima, polinização, depuração da água e gestão de resíduos;
3. **Serviços Culturais** – Benefícios não materiais como enriquecimento espiritual, desenvolvimento intelectual, valores estéticos e recreação e lazer;
4. **Serviços de Habitat** – Fornecimento de habitat para espécies migratórias e manutenção da variabilidade dos *genetic pools* (fundo genético).

Quadro 2.1 – Possíveis benefícios das Infraestruturas Verdes agrupados de acordo com os principais tipos de serviços ecossistémicos (adaptado do relatório Green infrastructure and territorial cohesion 2011)

Serviços de Provisão	Serviços de Regulação
<p>Gestão de água:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sistema de drenagem sustentável – Redução do escoamento de águas superficiais 2. Fomentam a infiltração das águas subterrâneas 3. Remoção de poluentes <p>Produção e segurança alimentar:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Permitem a produção de alimentos e fibras para a agricultura, terrenos, jardins e loteamentos 2. Manter o potencial para terras agrícolas 3. Desenvolvimento do solo e reciclagem de nutrientes 4. Prevenir a erosão do solo 	<p>Adaptação às alterações climáticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mitigação do efeito de ilha de calor urbana 2. Fortalecer a resiliência dos ecossistemas às alterações climáticas 3. Armazenar água das cheias e melhorar o escoamento superficial para reduzir o risco de inundações <p>Mitigação das alterações climáticas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sequestro de carbono 2. Produzir ambientes mais habitáveis 3. Reduzir o uso de energia para aquecimento e arrefecimento de edifícios 4. Fornecer espaços para energias renováveis
Serviços Culturais	Serviços de Habitat
<p>Lazer, bem-estar e saúde:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recreação 2. Consciência do espaço e natureza 3. Turismo/ecoturismo <p>2. Valor monetário do solo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Impacto positivo na valorização monetária de terras e propriedades <p>3. Cultura e comunidades:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Criação de lugares únicos 2. Oportunidades para educação, treino e interações sociais 	<p>Proteção da biodiversidade/espécies:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Habitats para espécies 2. Criação de um território “contínuo” para espécies migratórias 3. Conexão entre habitats

Os serviços apresentados no Quadro 2.1, estão em menor ou em maior grau, presentes em todo o tipo de IV, contudo uns podem ser mais predominantes que outros, dependendo de características como a localização, dimensão ou presença de equipamentos. Os elementos pertencentes em meio urbano, principalmente os espaços verdes, podem não promover, de uma forma efetiva, Serviços de Habitat nem de Provisão, mas contribuem para os serviços de Regulação e os Culturais. Por outro lado, infraestruturas como parques nacionais, que tipicamente se encontram fora do meio urbano, tem um grande potencial para promover Serviços de Habitat e de Provisão, mas podem não contribuir para os Serviços Culturais.

Esta ideia de que o meio ambiente, como um todo, contribui com alguns serviços benéficos para a vida humana já tinha sido abordada na economia clássica, no entanto, só era reconhecido “o seu valor de uso, (...) porque eram considerados como dádivas gratuitas e inapropriáveis da natureza”. Quando estes serviços começaram a ser percebidos como finitos e dependentes de uma saudável e equilibrada convivência com o meio natural, então começou-se a associar um valor de troca (económico) aos mesmos (Braat e Groot, 2012). Esta visão antropocêntrica, por estar muito focada nas questões socioeconómicas, pode entrar em conflito com a abordagem holística originalmente proposta pelo conceito de Infraestrutura Verde (Seiwert e Rößler 2020). Contudo, também nos permite ver as redes de IV como um conjunto de elementos produtores de benefícios e valor que devem ser pensados em conjunto e de forma estratégica, potencializando assim os seus benefícios e um ambiente mais integrado e sustentável (EEA, 2011).

2.1.2 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável e estratégias setoriais

O desenvolvimento sustentável tem se demonstrado um dos principais conceitos a ter em conta ao elaborar políticas e estratégias nacionais e internacionais, que integram uma perspetiva global, mas com uma aplicação local. Neste contexto, em 2015, a ONU reuniu esforços para criar uma estratégia do desenvolvimento que tivesse não só a sustentabilidade como foco, mas também que fosse, ao contrário da estratégia que a antecedeu, mais específica, ao criar objetivos com metas concretas, e mais abrangente, considerando que tanto os países desenvolvidos como os em desenvolvimento devem esforçar-se para a concretização das metas estabelecidas. Deste modo, surgiram assim os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (17ODS).

Segundo Ban Ki-Moon, ex-Secretário-Geral das Nações Unidas, “Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são a nossa visão comum para a Humanidade e um contrato social entre os líderes mundiais e os povos. São uma lista das coisas a fazer em nome dos povos do planeta e um plano para o sucesso”. Os ODS são definidos no âmbito da Agenda 2030 estabelecida em 2015 pelos 193 países das Nações Unidas que reconhece a importância de haver uma estratégia comum com várias frentes (BCSD, 2022).

Entre toda a agenda, o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) é o que mais se relaciona com as Infraestruturas Verdes, e em específico o *target* 11.7: “acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças,

peças idosas e peças com deficiência”. Contudo, mais metas podem ser vistas na ótica das Infraestruturas Verdes (Hyder e Haque, 2022). Segundo Hyder, as IV, com a promoção de áreas agrícolas nas regiões urbanas, podem contribuir para os ODS 1 e 2, respetivamente, redução da pobreza e da fome, ao fornecer alimentos frescos e nutritivos aos residentes das cidades. Uma rede de espaços verdes acessíveis e bem planeados pode promover a saúde física e mental, chegando a alguns casos a reduzir taxas de mortalidade (ODS 3 – Saúde de Qualidade) (WHO, 2017), principalmente quando auxiliada com IV que sejam planeadas para depurar as águas pluviais e para amenizar os fenómenos de cheias (ODS 6 – Água potável e saneamento) (Heidarri et al., 2023). O ODS 13 e o ODS 15, respetivamente de ação climática e proteção da vida terrestre, também podem beneficiar com a adoção de IV quando estas são planeadas com vista à promoção e restauração da biodiversidade autóctone e dos ecossistemas e à adaptação do território para as alterações climáticas (EU, 2020).

Para além dos 17 ODS criados pela ONU, a Comissão Europeia em 2020, produziu um comunicado, sobre a Estratégia de Biodiversidade da UE para 2030, onde mencionou ações urgentes a desenvolver como:

- Estabelecer uma rede mais ampla e coesa de áreas protegidas;
- Estabelecer um plano de restauração de áreas degradadas; e
- Criar medidas que permitam a mudança transformadora necessária, sem nunca esquecer que estas medidas devem estar alinhadas com a resolução dos desafios globais.

Esta estratégia pretende complementar e dar continuidade à Rede Natura 2000, que criou muitas áreas protegidas por toda a Europa, mas que se demonstraram não ser suficientes para salvaguardar a biodiversidade. A meta da UE é proteger pelo menos 30% das terras e 30% dos mares e oceanos, em que um terço destas percentagens deve ser de proteção estrita (Comissão Europeia, 2020). Deste modo, o estabelecimento de uma rede de reservas conectadas com Infraestruturas Verdes e azuis, pode ser uma forma de aumentar e promover a conectividade necessária para a biodiversidade e aumentar a coesão da rede (Seiwert e Rößler 2020).

Para além de se tornar esta rede mais ampla e coesa, devem ser promovidos esforços para restaurar os espaços que já existem, em especial os mais degradados e artificializados para que recuperem as suas funções. Neste âmbito, os espaços verdes tornam-se centrais no estabelecimento da estratégia. A Comissão Europeia, sugere às cidades com mais de 20 000 habitantes, que estabeleçam “planos de ecologização urbana”, onde se inclui elementos como parques e jardins, coberturas ajardinadas (como os telhados verdes) e hortas urbanas (Comissão Europeia, 2020). A finalidade é potenciar os benefícios que estes espaços podem trazer, não só para a biodiversidade no geral, mas em particular pelos vários serviços ecossistémicos, como a promoção do bem-estar físico e mental que as áreas urbanas podem usufruir.

Outros instrumentos e estratégias da UE que referem a importância da incorporação do conceito de Infraestruturas Verdes nas suas políticas, são a Política Agrária Comum ao reconhecer o valor de restaurar, preservar a paisagem e incorporar mais biodiversidade na agricultura tornando a mais resiliente (EEA, 2011) e o Pacto Ecológico Europeu que também reconhece a importância de proteger e conservar a natureza e a paisagem, mas foca-se mais no reforço dos

benefícios económicos que a conservação pode prover (Comissão Europeia, 2019b). Por ser um tema visto como prioritário na agenda política da EU, a Comissão Europeia, em 2022, propôs a Lei de Restauração da Natureza, inédita em todo o continente, vista como um elemento-chave da Estratégia da Biodiversidade e que pretende tornar vinculativas, para todos os Estados-Membros, metas de restauração de ecossistemas degradados (Comissão Europeia, 2022).

2.2 Acessibilidade

Acessibilidade é um conceito fundamental para várias áreas científicas como o planeamento urbano e de transportes, que auxilia a formulação de políticas públicas e a compreensão das dinâmicas sociais que ocorrem num território, como a facilidade (ou não) que as populações têm de usufruir de serviços indispensáveis, como saúde, comércio, empregos e sítios que promovam a qualidade de vida, como os espaços verdes (Páez et al., 2012).

Por mais comum que seja o seu uso e central em muitas questões socioeconómicas, é difícil de chegar a uma definição universal e teoricamente sólida, o que leva à existência de definições e de formas de medir acessibilidade que devem ser vistas como específicas para um determinado objetivo e não tidas como gerais. Devido a essa dificuldade, nos planos e projetos onde este termo é utilizado, costumam ser apresentadas formas mais simples de se interpretar e medir acessibilidade, mas com algumas desvantagens metodológicas, como a simplificação abusiva de cenários complexos ou a utilização genérica de uma forma particular de medir e definir (Geurs e Wee, 2004).

Acessibilidade é um conceito complexo e difícil de definir devido à diversidade de contextos e escalas onde se pode aplicar. Este pode ser utilizado, num nível macro, à escala territorial, em projetos de planeamento urbano e de transportes (Páez et al. 2012), mas também pode se abordar o nível micro, com um foco nos indivíduos pertencentes a grupos sociais específicos, por exemplo, utilizadores de cadeiras de rodas, que têm a sua locomoção dificultada nas atividades do quotidiano (Arai et al. 2022). Algo que também dificulta a definição é a sua utilização cruzada com outros conceitos como proximidade, conectividade ou mobilidade. Mesmo que exista uma multiplicidade de contextos, podem ser identificados quatro componentes-chave que, segundo Geurs e Van Wee, devem constar nas definições de acessibilidade: uso do solo, transportes, temporal e individual.

- **Componente de uso do solo:** Está assente no binómio oferta-procura e na sua relação. O lado da oferta tem em conta a qualidade, a quantidade e a distribuição espacial em cada região de serviços e funções, como por exemplo, serviços de saúde, ensino e espaços verdes. Do lado da procura pretende saber onde moram os habitantes/clientes. Caso a oferta seja limitada, na interação entre oferta e procura, pode se desenvolver uma dinâmica de competição pela utilização, como vagas numa escola ou num centro de saúde;
- **Componente de transportes:** Resulta da relação entre oferta e procura que um determinado sistema de transporte promove. Na ótica da oferta da infraestrutura de transportes, o que se tem em conta é a sua localização e características como velocidade,

número de vias, horários. A procura é mais caracterizada pelo número de viagens de passageiros ou necessidades de transporte de carga. Entre a relação oferta e procura deve se ter em conta o tempo de viagem total, o custo total monetário e o esforço (confiabilidade, conforto, riscos);

- **Componente temporal**: Reflete a variação ao longo do tempo da disponibilidade que o indivíduo tem de interagir com o serviço ou atividade;
- **Componente individual**: Procura expressar as necessidades, habilidades e oportunidades que um indivíduo tem, tendo em conta as suas características pessoais como idade, condições físicas, instrução, salário, se tem (ou não) carta de condução, etc.

Geurs e Van Wee defendem que os quatro componentes devem estar presentes na definição de acessibilidade para que não haja falhas metodológicas e teóricas. Ao mesmo tempo, reconhecem que na aplicação prática, trariam um nível de complexidade e de detalhe que seria difícil de alcançar e de ser gerido, fazendo assim com que as definições tenham tendência a focar-se em uma componente específica, mediante o propósito do estudo e a disponibilidade de dados representativos da área e da população em estudo. Por esta razão, à escala territorial tende-se a não abordar as componentes temporal e individual por não haver dados representativos disponíveis, focando-se mais nas componentes de uso do solo e de transporte. Neste contexto então, acessibilidade pode ser definida como a medida que, dado um uso do solo e um sistema de transportes, os indivíduos de uma população alcançam um determinado destino através de um modo de transporte.

Em conjunto com a definição do conceito de acessibilidade, é fundamental analisar como se medirá. Quando se trata de planeamento urbano as principais formas de medir baseiam-se na localização de atividades distribuídas espacialmente. A classe mais simples de medidas de acessibilidade baseada na localização são as medidas de distância que obtêm a acessibilidade relativa entre dois pontos em linha reta (*buffer*) ou por meio de uma infraestrutura pré-existente como as vias pedonais (*network analysis*), que tem em consideração fatores como barreiras físicas, velocidades médias, tempos de espera. Se forem tidos em conta mais do que dois destinos possíveis, são utilizadas linhas isócronas, no caso de representarem o mesmo tempo de viagem (podem também ser utilizadas linhas de igual distância ou custo) para definir uma área de influência, ou área de cobertura, que compõem as medidas de contorno. Apesar de não terem em conta fatores como a preferência dos indivíduos ou o fenómeno da competição (uma atividade ter um espaço limitado), as medidas de distância e de contorno têm a vantagem de ser pouco exigentes em dados e de serem de fácil interpretação e comunicação (Geurs e Van Wee, 2004).

2.2.1 Espaços verdes acessíveis

Definir o que se entende por espaços verdes acessíveis é importante para garantir uma utilização efetiva por parte da população. Como descrito anteriormente, a acessibilidade contém vários componentes e formas de medir. Os estudos a respeito da acessibilidade a espaços verdes costumam incidir principalmente no componente de uso do solo por meio das medidas baseadas na localização.

O método mais simples de medir acessibilidade a espaços verdes baseada na localização é a medida de distância, por meio da utilização de *buffer* (região tampão), também conhecida por distância linear (WHO, 2017; Kabisch et al., 2016). Este método é simples e adequado para avaliar acessibilidade quando a delimitação da rede não se demonstra importante ou quando não há informações sobre ela. Contudo, quando se pretende analisar o deslocamento por caminhos já preestabelecidos, pode levar a uma sobrestimação dos valores (Zhao et al., 2003). Quando a rede viária do local é conhecida, a melhor forma de avaliar a acessibilidade é por meio de uma análise da rede (*network analysis*). Esta forma tem em consideração possíveis barreiras físicas como rios, montanhas, muros e separadores de estrada e o sentido das vias, o que permite obter melhores resultados. Nestas análises, apesar de ser abordado em alguns estudos outros modos de transporte como a bicicleta, o carro e os transportes públicos (Pinto et al., 2022), dentro da área urbana e num contexto de estudo de espaços verdes, o mais comum é a distância ou tempo de percurso a pé.

Ao explorar o conceito de espaços verdes acessíveis, também é relevante a distinção entre acessibilidade positiva (i.e., descritiva) e a normativa (i.e., prescritiva). A acessibilidade descritiva refere-se à distância que um indivíduo está disposto a percorrer até um serviço ou localização, levando em consideração fatores como preferências individuais, disponibilidade de meios de transporte, segurança entre outras características do ambiente urbano. Enquanto a acessibilidade normativa baseia-se em critérios ou diretrizes que determinam uma distância máxima aceitável a ser percorrida (Páez et al., 2012). Esta regra não reflete totalmente a distância que o público está disposto a percorrer para usufruir do espaço, mas sim uma declaração normativa de que ninguém deveria percorrer mais do que um determinado valor para encontrar um espaço verde. Uma diferença fundamental surge então sobre até que distância as pessoas devem viajar (normativa) e a distância que elas realmente estão dispostas a percorrer (descritiva).

2.2.2 Indicadores de acessibilidade a espaços verdes

Em diversos contextos, os indicadores são vistos como ferramentas fundamentais para medir e avaliar um processo, projeto ou política. São de fácil interpretação, requerem poucos dados e auxiliam a comunicação de resultados ou situações a especialistas e ao público em geral (Campagnaro et al., 2019).

De entre todos os indicadores disponíveis para aferir a qualidade dos espaços verdes e os seus serviços prestados, os mais relevantes para os gestores do território são aqueles que medem a disponibilidade, ou capitação, através da área de espaços verdes por habitante, e a acessibilidade que a população tem a estes espaços, aferindo a percentagem de área de espaços verdes num território ou então a percentagem da população que se encontra a uma dada distância ou tempo de um espaço verde (Campagnaro et al., 2019). Além destes indicadores voltados para a acessibilidade, pode também ser medida a capacidade de suporte de biodiversidade, resiliência

a pragas, retenção de água, regulação de temperatura, regeneração de solo, armazenamento de carbono (Schram-BijKerk, et al., 2018).

Vários relatórios de instituições e autores especialistas destacam a necessidade de haver espaços verdes acessíveis e de qualidade, que promovam um estilo de vida mais saudável e que auxiliem na construção de cidades mais sustentáveis. Contudo, apesar de haver instituições reguladoras que propõem indicadores normativos, ainda não se estabeleceu um consenso quanto às formas de medir e que valores padrões devem ser utilizados (Pinto et al., 2022, Páez et al., 2012).

Em média, nas cidades europeias, 40% da superfície é coberta por Infraestruturas Verdes e a captação é cerca de 18,2 m² de espaços verdes por habitante e um acesso correspondente a 44% da população a menos de 300 metros de um parque público (EC, 2019). A Europa apresenta uma grande variabilidade, com valores que podem ir de 253,88 m²/hab (Karlovy Vary, República Checa) até cidades com 0,87 m²/hab (Logu, Espanha). Portugal, apesar de ter cidades com valores próximos à média europeia, na sua maioria encontra-se abaixo, com cidades que tem uma captação de 5,31 m²/hab (Faro) (EC, 2019). Na Figura 2.1 pode ser vista a distribuição espacial da captação de espaços verdes por toda a Europa.

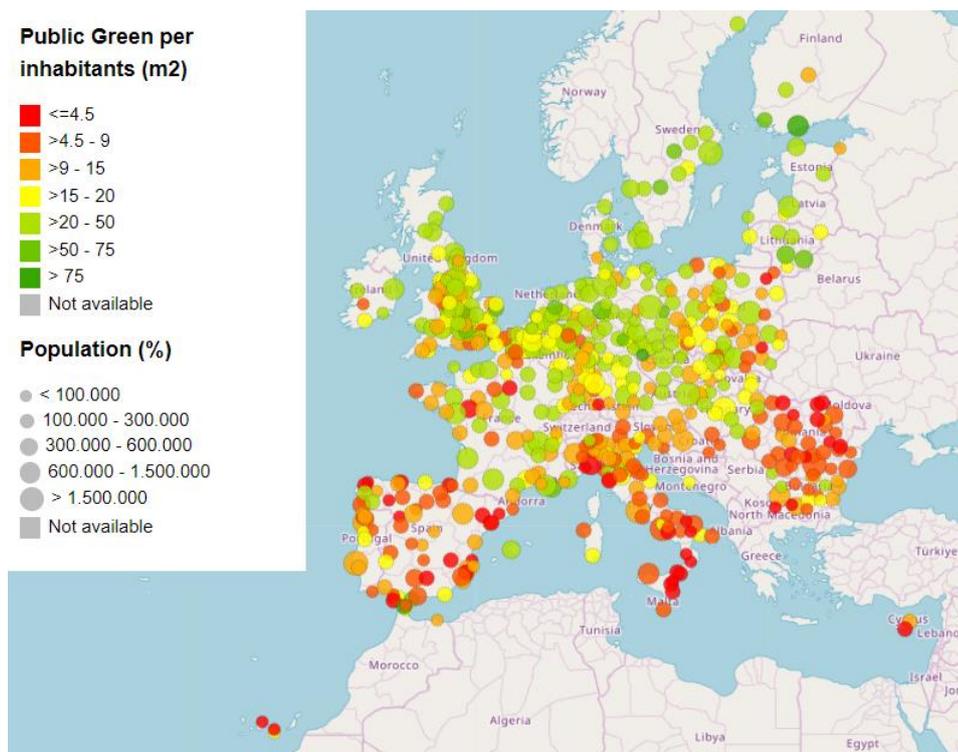


Figura 2.1 - Espaços verdes públicos disponíveis (m²/hab) em várias cidades europeias (extraído de Urban data Platform Plus)

Segundo a Organização Mundial da Saúde, para aferir a acessibilidade a espaços verdes tem de se ter em conta percentagem da população que vive a menos de 300 m dum espaço verde com área superior a 0,5 ha, mas podem ser encontrados outros exemplos como o relatório “State of the Environment Report (1999)” da cidade de Turim, Itália, que utilizou como indicador a percentagem da população que vivia a menos de 500 m de uma área maior que 0,6 ha (AIIR, 2003).

Outro exemplo é o relatório “Accessible Natural Green Space Standards in Towns and Cities: A Review and Toolkit for their Implementation”, produzido na Inglaterra, que incorpora uma noção de hierarquia de espaços verdes (locais, de vizinhança, de bairro, distrital, sub-regional) que são associados às suas funções, público-alvo e tamanho. Deste modo, a acessibilidade recomendada a espaços verdes em meio urbano, depende da tipologia e dimensões do espaço em questão e pode ser expressa em termos de distância máxima ou tempo de viagem (Handley J. et al., 2003, Natural England, 2023). Na Figura 2.2 pode ser observada uma possível distribuição dos valores recomendados por tipologia de espaço verde.



Figura 2.2 – Padrões de acessibilidade de espaços verdes segundo o Green Infrastructure Planning and Design Guide (Natural England, 2023)

Apesar de ser mais complexa a ideia de definir diferentes tipos de espaços verdes, como apresentado na Figura 2.2, mediante as suas dimensões e proximidade à população, esta abordagem integra de forma indireta os vários tipos de serviços ecossistémicos que estes espaços podem proporcionar às populações. Enquanto que os espaços de maiores dimensões e

mais distantes, por serem mais naturalizados, providenciam abrigo e alimentação aos seres vivos dos ecossistemas periurbanos (serviços de habitat e provisão), os mais próximos das populações permitem a convivência diária com a natureza e estimulam o recreio, lazer e hábitos de vida mais saudáveis, para além de contribuir para a regulação o microclima dos centros urbanos, criar barreiras acústicas e áreas de infiltração de escoamento superficial (Natural England, 2023).

A Direção-Geral do Território (anterior Direção-Geral do Ordenamento do Território) apresenta uma abordagem semelhante, onde tem em consideração duas categorias principais de espaços verdes:

- Estrutura Verde Primária (EVP): engloba como subgrupo, todos os parques suburbanos, parques da cidade, hortas urbanas, espaços de desporto livre e parques urbanos.
- Estrutura Verde Secundária (EVS): representa os espaços verdes adjacentes às habitações e os de proximidade.

Cada subcategoria tem diferentes valores mínimos a serem cumpridos, mediante as características dos elementos e o seu grau de importância. Estes são apresentados no Quadro 2.2 (Magalhães, M., 1992).

Quadro 2.2 – Indicadores e valores padrão considerados para a classificação da Estrutura Verde Primária e Secundária, DGOT (adaptado de Magalhães, M., 1992)

	Definição	Área do elemento	Distância máxima	Dimensão (m²/hab)	Ritmo de utilização
E V P	Parques suburbanos	>80 ha	Em função do transporte público	30	Semanal ou Ocasional
	Parques da cidade	>30 ha	junto ao centro da cidade		Diário ou Semanal
	Hortas Urbanas	200 m ² /cada	Em função do transporte público		Semanal
	Desporto Livre	> 5 ha			Semanal ou diário
	Parques Urbanos	>3 ha	800 m		Semanal

E V S	Espaço Verde adjacentes à habitação	Variável	400 m	10	Diário
	Espaço Verde próximos da habitação		100 m		

Os indicadores tidos em conta são a área mínima de cada elemento, a distância máxima a ser percorrida pela população e a área por habitante. Cada indicador apresenta critérios diferentes a considerar, que dependem das características e funções de cada grupo de espaços verdes. Para a Estrutura Verde Primária, a capitação mínima deverá ser de 30 m²/hab, e a área mínima de cada elemento bem como a sua distância máxima da população depende de cada tipo. Já a Estrutura Verde Secundária deverá ter uma capitação mínima de 10 m²/hab e a área mínima de cada elemento é variável consoante o público alvo e a função a desempenhar. Espaços de recreio juvenil (de 10 a 16 anos) devem ser superiores a 1 200 m², para recreio infantil (dos 6 aos 9 anos) de ser de 800 m², para idosos e adultos de 250 a 500 m² e se for um espaço de convívio e encontro deve ser maior que 250 m² (Magalhães, M., 1992).

O estabelecimento de áreas mínimas, associadas a cada tipo de espaços verdes, e serviços ecossistémicas, permite assegurar as condições mínimas para um bom funcionamento de cada espaço, diminui os efeitos negativos da sua fragmentação e permite dar maior validade ao indicador de capitação de espaços verdes (Mitchell e Devisscher, 2022).

2.3 Cidade 15 minutos

O surgimento e a massificação do automóvel permitiram ampliar as possibilidades de transporte de passageiros e de mercadorias por todo o mundo, expandindo assim a malha urbana e tornando-a não mais adaptada para a locomoção de pessoas, mas sim para a do carro, com a criação de vias mais lineares, largas e sem irregularidades no solo. Esta expansão associada à utilização do carro, levou a uma mudança no tecido socioeconómico urbano, com a criação de um fluxo diário de veículos entre a periferia e o centro da cidade e, por consequência, o aumento dos congestionamentos de tráfego, perdas de tempo no percurso, diminuição da perceção de segurança por parte dos peões e uma redução da qualidade do ar e sonora provocada principalmente pelo processo de combustão (Moreno et al., 2021).

Com o objetivo de reduzir a dependência do carro e promover a sustentabilidade, algumas cidades estão a repensar o planeamento urbano. Na UE, em 2007, foi adotada a “Carta de Leipzig” sobre Cidades Europeias Sustentáveis que propôs uma mudança à ideia de justiça e sustentabilidade urbana, onde o debate se focou mais nas possíveis privações que os habitantes sofriam à escala do bairro (EIT UM, 2022). Em 2015, com a criação dos 17 ODS, as Nações

Unidas reforçam a importância de haver cidades e comunidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis através do ODS 11 (BCSD, 2022).

Nesse contexto, surge o conceito das “Cidades 15 minutos”, proposto por Carlos Moreno em 2016, que visa criar ambientes urbanos onde as necessidades diárias dos residentes possam ser atendidas numa curta distância a pé ou de bicicleta através de uma mobilidade ativa. Apesar de recente, foi rapidamente incorporado no discurso dos planeadores do território e profissionais desta área, por reconhecerem a necessidade de mudar as dinâmicas do tecido urbano. Uma das características principais é a conexão entre os comportamentos de mobilidade e o desenvolvimento urbano, onde se pode estabelecer uma relação entre as componentes de acessibilidade do uso do solo e de transportes, referidos no capítulo anterior. Moreno, afirma que só com uma mudança estrutural no ambiente urbano é que pode ser feita uma alteração no modo de transporte para uma mobilidade mais sustentável, ou seja, apenas com uma mudança nas infraestruturas e equipamentos urbanos (componentes de uso do solo) e os seus possíveis serviços prestados, é que será possível uma nova dinâmica de transportes da cidade (componentes de transportes) (EIT UM, 2022).

Esta abordagem conceitual, propõe então o fornecimento de serviços de proximidade aos habitantes, a mudança na abordagem nas políticas urbanas e uma transformação na maneira como as cidades são vivenciadas, o que pode possibilitar a criação de ambientes urbanos mais sustentáveis, inclusivos e resilientes a curto e longo prazo (Moreno et al., 2021).

2.3.1 Pilares das Cidades 15 minutos

Através da percepção de que a presença de infraestrutura e equipamentos urbanos influencia a necessidade de mobilidade das pessoas e o modo de transporte que usam, foram percebidos quatro pilares principais para o estudo, planeamento e implementação das Cidades 15 minutos (EIT UM, 2022): proximidade, diversidade, densidade e ubiquidade.

A priorização da proximidade, cria espaços de oferta e procura descentralizados dentro das áreas urbanas que, não só alimentam o senso de comunidade e contribuem para a resiliência da economia de pequena escala, mas também criam um caminho para a redução de emissões de gases com efeito de estufa e de poluentes atmosféricos produzidos pelas viagens de curta distância feitas de carros movidos a combustão. Em conjunto com esta descentralização deve haver esforços para que se substitua a presença do automóvel por outros modos de mobilidade ativa (Allam et al., 2022).

O pilar da diversidade pode ser abordado de duas formas distintas: diversidade no uso do solo e diversidade sociocultural. A primeira baseia-se na ideia de que deve haver uma mistura, dentro da mesma área urbana, entre elementos que cumpram diferentes funções como residências, comércio e entretenimento. Já a diversidade sociocultural apresenta-se através da multiculturalidade e dos grupos sociais presentes num bairro, que deve albergar marcadores

culturais dos cidadãos que o habitam e se demonstrar adaptado e acessível a diferentes grupos sociais (Allam et al., 2022).

A proximidade e a diversidade só são possíveis de serem implementadas numa determinada área com elevada densidade populacional, caso contrário não seria economicamente viável aos negócios e serviços locais permanecerem ativos. Por isso, a densidade é um fator determinante para a viabilidade a médio-longo prazo de uma Cidade 15 minutos. No entanto, Moreno afirma que tal densidade não se deve dar às custas da implementação de uma urbanização estritamente vertical, baseada em arranha-céus, uma vez que esta pode levar a um consumo excessivo de recursos e a uma elevada dependência de combustíveis fósseis, fundamentais para suprir as necessidades de energética destes edifícios. Por isso, deve ser estabelecida uma “densidade ótima” onde se possa usufruir de diversidade de serviços e da sua proximidade, sem que se dependa de combustíveis fósseis (Moreno et al., 2021).

A ubiquidade, relaciona-se com a componente individual da acessibilidade, que pretende incluir, na construção dos vários espaços e destinos, o acesso para toda a população, independentemente das suas limitações físicas ou condições socioeconómicas (EIT UM, 2022). Muitos veem a sua concretização através da digitalização, à semelhança da ideia de *Smart City*, onde os serviços prestados à população, a participação e a inclusão pode ser feita através de plataformas digitais em tempo real e de forma sistematizada (Moreno et al., 2021).

Moreno também salienta que, para a concretização destes pilares, devem ser consertados esforços para melhorar vias pedonais e cicláveis, o que permite uma maior sensação de segurança e torna o espaço mais atraente para as pessoas andarem a pé e de bicicleta. A identidade de cada bairro da cidade também deve ser privilegiada, ou seja, a população local deve ser chamada para auxiliar na criação de espaços públicos habitáveis, convidativos e que tenham características apelativas para a fruição e permanência dos cidadãos (EIT UM, 2022).

Como referido anteriormente, a proximidade aos destinos mais importantes, isto é, aqueles que apresentam maior frequência de utilização, é um dos princípios base das Cidades 15 minutos. Contudo, a concretização deste pilar obriga que seja feita uma análise sobre os destinos relevantes a serem incluídos. Cada população apresenta diferentes necessidades, e, portanto, a escolha dos serviços que devem ser considerados prioritários deve ser feita pelos gestores e planeadores do território, em conjunto com a população local, para que se averigue quais as infraestruturas e equipamentos utilizados com maior frequência e que tenham maior relevância para uma dada região. No entanto, podem ser observadas algumas funções sociais fundamentais de serem encontradas próximas do local de residência dos habitantes: viver, trabalhar, cuidar/saúde, educação, comércio e entretenimento. As funções sociais não estão necessariamente associadas a um destino específico, por isso é esperado que haja flexibilidade de funções nos vários tipos de edificado com o favorecimento de um uso misto do solo (aplicar o pilar da diversidade). Um exemplo pode ser uma escola, que durante o seu funcionamento normal fornece educação, e que no período pós-escolar e aos fins de semana pode fornecer serviços de saúde básica ou entretenimento. Outro exemplo são os espaços verdes, que ao mesmo tempo podem ser utilizados para promoção da saúde e lazer (associado ao

entretenimento) e também podem desenvolver funções educacionais e de produção local de alimentos (EIT UM, 2022).

Com base na multifuncionalidade dos espaços e nas funções sociais referidas anteriormente, pode ser construída uma “Flor de Proximidade”, método proposto por Gil Solá e Vilhelmson que permite visualizar a que distância deve ficar cada destino (Gil Sola e Vilhelmson, 2019). A Figura 2.3 ilustra a “Flor de Proximidade” de Madrid feita pelos profissionais responsáveis pelo planeamento da cidade capital espanhola. Aqui foi atribuída para cada categoria (educação, entretenimento, vida, trabalho, comércio e saúde) elementos obrigatórios, que devem constar no planeamento, com as correspondentes distâncias máximas a que estes podem estar da população.

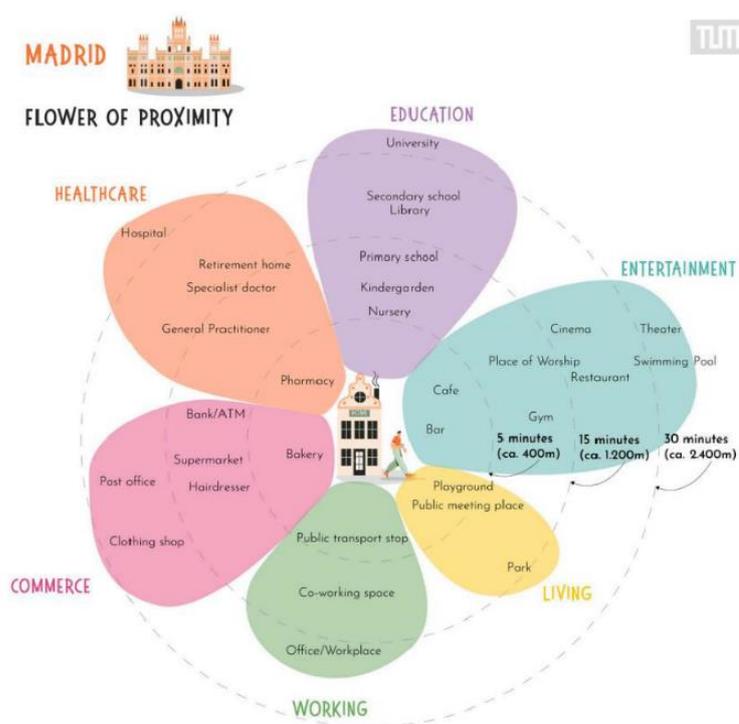


Figura 2.3 - Flor de Proximidade de Madrid (EIT Urban Mobility, 2022)

Pode ser observado que a categoria *Living* (vida), onde foram incluídos os espaços verdes, espaços de convivência social e os parques infantis, é a que se pretende mais próxima da população (no máximo a 15 min), o que demonstra a importância associada à proximidade destas infraestruturas. O mesmo acontece com as Flores de Proximidade de outras cidades apresentadas no relatório EIT Urban Mobility de 2022.

Apesar de ser inspirada no conceito das Cidades 15 minutos, não há obrigatoriedade de tempo neste tipo de planeamento. Vários lugares ao redor do mundo utilizam esta ideia de “crono-urbanismo”, não necessariamente com um raio de 15 minutos. Na cidade de Utrecht na Holanda, tomou-se como parte fundamental da estratégia de planeamento espacial o transporte público e assumiu-se um compromisso de, até 2040, ser uma “cidade 10 minutos”. Já Melbourne, na Austrália, ou Edinburgo, no Reino Unido, partem dos mesmos princípios, e assumem o compromisso com “bairros 20 minutos”. Até ao momento, Paris, na França, presidida por Anne Hidalgo, tem sido um exemplo de referência da Cidade 15 minutos nos moldes defendidos por Carlos Moreno. A gestão de Hidalgo tem promovido vários projetos em bairros piloto que contribuem para o surgimento de uma cidade cada vez mais acessível a todas as pessoas. A abertura das escolas, após o horário regular de funcionamento, para atividades diversas, a substituição de 140 mil vagas de estacionamento para a criação de espaços verdes e tornar todas as ruas adequadas para bicicletas são vistas como ações prioritárias para o estabelecimento de Paris como uma Cidade 15 minutos (EIT UM, 2022).

Mesmo que cada área urbana adote ações e tempo-base diferentes, é possível identificar abordagens em comum na prática. Uma das principais abordagens é orientar o desenvolvimento da cidade com o foco nos problemas de trânsito, através da criação de ambientes menos artificializados, como por exemplo ruas arborizadas e espaços verdes, que tornem os trajetos mais aprazíveis e seguros para a mobilidade ativa. Outra linha de ação é o desenvolvimento de serviços e comércios nas avenidas e ruas principais ou em torno de centros verticais (caso se trate de uma cidade com espaço disponível limitado). Também costumam ser prioritárias, para diminuir a necessidade de construir, as áreas e os espaços públicos já existentes para o desenvolvimento de atividades diversas.

Todo o tipo de estratégia que tenha como fim a diminuição da presença do carro e o aumento da acessibilidade dos cidadãos aos serviços para elas essenciais, está alinhada de alguma forma ao conceito das Cidades 15 minutos. As várias abordagens adotadas devem ser combinadas entre si com o fim de maximizar a sua contribuição para os potenciais benefícios que podem gerar (EIT UM, 2022).

2.3.2 Benefícios das Cidades 15 minutos

Tornar uma cidade mais acessível para todos os cidadãos que a habitam traz uma série de benefícios. Com a implementação do conceito de Cidade 15 minutos, que visa disponibilizar serviços e comodidades essenciais a uma curta distância, de até 15 minutos a pé, de bicicleta ou por transporte público, esses benefícios se ampliam ainda mais. De entre as principais áreas afetadas estão a saúde e o bem-estar, a sustentabilidade e meio ambiente, as componentes sociais de participação ativa nas decisões da sua região e questões económicas (EIT UM, 2022).

No campo da saúde, pode ser observado que a diminuição da circulação de veículos nas cidades cria um ambiente mais apelativo à mobilidade ativa, que promove um estilo de vida mais saudável, diminui as chances de mortalidade por doenças cardiovasculares e respiratórias ou

crónicas como a diabetes e a obesidade. Esse ambiente com menos carros torna-se mais seguro, para as crianças brincarem na rua, diminui a possibilidade de lesões provocadas por queda ou acidentes de tráfego e também contribui para um ambiente mais saudável com menos poluição atmosférica e sonora. Também ao criar mais espaços verdes, as cidades potenciam o contacto da população com a natureza, o que contribui para o seu bem-estar psíquico e mental, e possibilita o cultivo de alimentos frescos, saudáveis e locais, que podem melhorar a dieta da comunidade urbanas (WHO, 2017).

Nos requisitos da sustentabilidade e do meio ambiente, pode ser salientado que ao privilegiar a mobilidade ativa, enquanto se aumenta a infraestrutura verde, as cidades tornam-se parte ativa no cumprimento de várias metas ambientais globais como o aumento da biodiversidade em meio urbano e a diminuição das emissões de carbono líquidas, que pode contribuir para uma melhor adaptação para as alterações climáticas (TCPA, 2021). Por haver uma diminuição dos veículos a combustão, são reduzidos os níveis de poluentes atmosféricos como os materiais particulados e os óxidos de azoto (que afetam negativamente a qualidade do ar), e os níveis de ruído (EIT UM, 2022).

A regeneração da cidade permite a mais pessoas usufruir do espaço público e cria uma noção de maior segurança e de consciência do ambiente. Esta consciência, aumenta a coesão social e a apropriação da rua como um espaço de encontro e convivência entre vizinhos. Um espaço que permite não só atividades de lazer e educacionais, mas também de intervenção política, tornando-a mais inclusiva e democrática. As Cidades 15 minutos propõe olhar para o meio urbano não como um simples fornecedor de serviços, mas sim como parte da formação dos sujeitos que nela habitam, que são ativamente chamados a contribuir no planeamento e na gestão do espaço urbano (Moreno et al., 2021).

Em relação às componentes económicas, tal regeneração e aumento da fruição dos habitantes pelas ruas, fortalece os comércio locais, permite a criação de novos empregos e apoia mercados de rua, o que estimula a economia de proximidade do próprio bairro. A remoção da presença do carro na via pública diminui os custos de manutenção da infraestrutura rodoviária, na saúde pública por doenças crónicas e também reduz as despesas nos orçamentos familiares relacionados à manutenção dos veículos (EIT UM, 2022).

Para além dos referidos, outros podem ser os benefícios mediante os elementos mais priorizados pela população e a forma como os planeadores do meio urbano executam o projeto. As Cidades 15 minutos proporcionam outras contribuições relacionadas de forma indireta como a preservação e requalificação de património cultural, estímulo à criatividade e inovação e a digitalização. A implementação desse conceito pode transformar as cidades em espaços mais habitáveis, saudáveis, sustentáveis, inclusivos e que melhorem a qualidade de vida de todos os cidadãos (Moreno et al., 2021).

2.3.3 Contribuição dos espaços verdes para as Cidades 15 minutos

Os espaços verdes desempenham um papel fundamental na promoção da qualidade de vida, da saúde e do bem-estar da população urbana, além de contribuírem para a criação de ambientes mais sustentáveis e resilientes, que segundo a OMS, são indispensáveis numa cidade que pretende promover a saúde e a inclusão (WHO, 2017).

Nas várias estratégias oficiais de planeamento territorial e de transporte que tenham como princípio as Cidades 15 minutos, os espaços verdes são considerados prioritários nos planos, tal como as escolas primárias, os mercados de alimentos e instalações de saúde (EIT UM, 2022). Oferecem uma série de serviços ecossistémicos que entram em concordância com muitas das funções sociais apresentadas nestas cidades. Os mais evidentes são os serviços culturais relacionados com a promoção do bem-estar e do lazer, através da disponibilização de espaços onde se possa praticar exercício físico ou atividades socioculturais, enquanto se aproveita o contacto com a natureza e se promove a saúde física e mental dos cidadãos (WHO, 2017). Os espaços verdes, através dos seus serviços de regulação, também contribuem para a amenização da ilha de calor dentro dos centros urbanos e dos efeitos de fenómenos extremos, o que torna o ambiente urbano mais agradável e propício para a mobilidade ativa. Todos estes benefícios podem ser alcançados através da criação de novos espaços verdes pelas cidades ou da requalificação dos já existentes que não estão mais a cumprir com as suas funções sociais. A valorização do solo urbano e a criação de empregos também são benefícios marginais associados a estes espaços (TCPA, 2021).

Em cidades densamente povoadas e construídas é difícil a criação de novos espaços verdes, por isso, tem sido cada vez mais frequente, não só a arborização de largos, praças, avenidas, estradas, ciclovias e caminhos pedonais (corredores ecológicos), como também a criação de novos empreendimentos que considerem no seu projeto a incorporação de infraestruturas verdes como telhados e paredes verdes e corredores ecológicos. Estas soluções exigem de pouca área de solo, aumentam a disponibilidade e a conectividade de espaços verdes nos centros urbanos e aproximam a população à natureza (TCPA, 2021). Um dos exemplos mais citados é a cidade de Paris, que a partir de vagas de estacionamento, criou espaços verdes para aumentar as áreas de recreio e lazer e tornou muitas das suas vias adaptadas a bicicletas e caminhantes (EIT UM, 2022).

Mas o aumento da área arborizada nas cidades por si só não contribui para a implementação do conceito das Cidades 15 minutos. Têm que também ser tidas em conta as funções que os espaços estão a promover, uma vez que estas influenciam o tipo de utilização e de utilizador (Pinto et al., 2021). Desta forma, ao analisar a implementação de espaços verdes num contexto de Cidades 15 minutos, devem ser atendidas as necessidades da população residente nas proximidades desta infraestrutura, que podem ser facilmente acolhidas com a requalificação dos espaços já existentes (EIT UM, 2022). Um exemplo dessa requalificação é a incorporação de máquinas de exercício, pistas de caminhada e de ciclismo ou mesmo campos multiuso para comunidades que tenham como necessidade principal o aumento da atividade física. Já se a população necessitar de espaços culturais, podem ser feitos projetos de coretos, lugares de

entretenimento, exposições artísticas e performances interligadas com museus locais nos parques. O mesmo ocorre com a necessidade de dietas mais saudáveis que podem ser providenciadas por produtos hortícolas frescos produzidos através de agricultura urbana (Natural England, 2023).

Os espaços verdes desempenham um papel determinante nas Cidades 15 minutos, mas a sua implementação efetiva requer uma abordagem holística do território, que deve ter em conta não apenas a área, mas também os serviços que os espaços podem proporcionar e as necessidades das populações que podem ser atendidas (EIT UM, 2022).

3. METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada uma metodologia que, foi elaborada com o objetivo de avaliar a acessibilidade e a captação de espaços verdes em meio urbano, utilizando para isso sistemas de informação geográfica (SIG).

Para a definição da metodologia foram tidas em conta cinco tarefas principais, seguidas de forma sequencial:

1. **Definição da área de estudo:** Os critérios a ter em conta na delimitação da área em estudo;
2. **Recolha e tratamento de dados:** As fontes utilizadas, tanto para os dados estatísticos quanto para os dados espaciais, e o pré-tratamento necessário a ter em conta para que o estudo se aproxime ao máximo da realidade;
3. **Análise de acessibilidade:** Os métodos utilizados para se obter a informação necessária mediante os dados disponíveis e o objetivo do estudo;
4. **Definição de indicadores:** Expressões matemáticas e caracterização das variáveis de interesse;
5. **Análise espacial:** Definição e comparação das três análises a serem levadas a cabo.

As tarefas acima apresentadas podem ser visualizadas por meio do esquema ilustrado pela Figura 3.1.

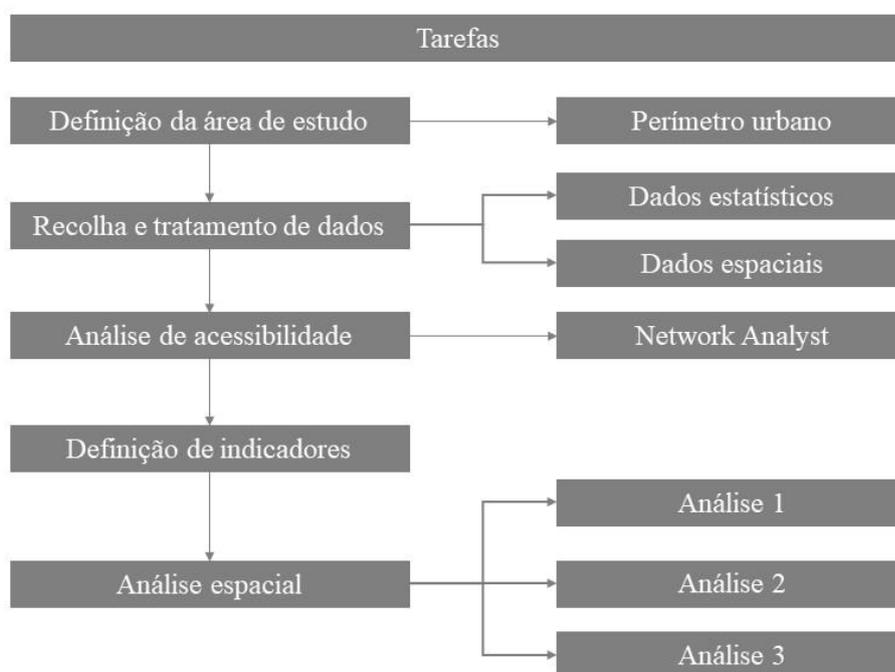


Figura 3.1 – Apresentação esquemática da metodologia implementada

Definição da área de estudo

Como o presente trabalho foca-se nas Infraestruturas Verdes em meio urbano, a área de estudo a ser contemplada foi a unidade territorial delimitada pelo perímetro urbano da cidade. Como esta delimitação não representa uma fronteira natural à mobilidade, e sim meramente administrativa, foi tido em conta um buffer euclidiano em volta do perímetro urbano para que os resultados dos indicadores calculados, nesta região limite, não sejam condicionados pela delimitação da área de estudo.

Recolha e tratamento de dados

Para a caracterização da área de estudo, necessária à análise de acessibilidade, foram recolhidos e tratados os seguintes dados:

- Dados estatísticos e espaciais referentes à população residente na área de estudo;
- Dados espaciais referentes ao modelo da rede de transportes a ser utilizado;
- Dados espaciais que caracterizam os espaços verdes analisados no estudo.

Para a representação dos dados populacionais foram tidas em conta as subsecções estatísticas utilizadas pelo INE na Base Geográfica de Referenciação da Informação dos Censos de 2021 (BGRI 2021). A BGRI é uma unidade territorial utilizada para levantamento, análise e apresentação de dados estatísticos. São georreferenciadas e apresentam dimensões inferiores que as delimitações das freguesias, dando assim um nível de desagregação maior da informação. Para o presente estudo a informação retirada da BGRI, foi a população total residente em cada unidade da BGRI e a sua respetiva área.

O modelo da rede de transportes utilizado foi extraído do *Open Transport Map* (OTM), onde só foram considerados os segmentos da rede que permitiam a locomoção a pé. Elementos da rede como autoestradas e vias rápidas, designadas pelo Open Transport Map de “mainRoad”, foram eliminados.

Para caracterizar os espaços verdes, os principais elementos analisados neste estudo, foram abordadas as categorias de análise propostas pela DGT para distinguir espaços verdes, nomeadamente, Estruturas Verdes Primárias (EVP) e Estruturas Verdes Secundárias (EVS).

Para a representação da EVP, foram analisados trabalhos semelhantes à presente dissertação e, com base na pesquisa, escolhidas quatro fontes espaciais diferentes (Le Texier et al., 2018; Kabisch, 2016; Pinto et al., 2022):

1. Plano Diretor Municipal (PDM);
2. *Open Street Map*;
3. *Urban Atlas*;
4. Carta de Uso e Ocupação do Solo (COS).

Cada fonte apresenta diferentes nomenclaturas para classificar o que se entende por espaços verdes na presente dissertação, o que levou a necessidade de analisá-las em separado e aferir quais os termos utilizados por cada fonte para representar o objeto em análise nesta dissertação.

O PDM é um instrumento legal que visa orientar a ocupação do solo urbano a nível municipal. Para diferentes PDMs a nomenclatura utilizada para classificar espaços verdes varia, e o seu grau de especificação de subcategorias adotadas também. É comum também matas nacionais, parques e reservas naturais terem uma classificação própria. Deste modo, mediante a nomenclatura do PDM da área em questão, foram tidas em conta as categorias que mais se aproximam da definição de espaços verdes com funções de recreio e de lazer e as matas nacionais, parques e reservas naturais que estão preparadas para a presença do ser humano.

O Open Street Map (OSM) é uma plataforma de dados abertos e gratuitos disponíveis a serem utilizados e editados por qualquer pessoa. Apresenta várias categorias representativas de espaços verdes, como “park”, “garden”, “common” e “golf course” (OSM Wiki, 2020), mas como o objetivo deste trabalho é a acessibilidade a infraestruturas que têm como funções o recreio e o lazer, nem todas as categorias apresentadas na plataforma são relevantes. Por exemplo, os campos de golfe e os cemitérios, apesar de serem vistos como espaços verdes, são respetivamente, espaços com acesso restrito e espaços com funções que não o recreio e lazer. Já as florestas, as matas e os prados podem desempenhar essas funções e são, na sua grande maioria, abertas ao público, mas não prevê uma presença intensiva de atividades humanas. Por isso, de entre a lista de *Tags* disponível na OSM Wiki, foram descarregados dados em formato vetorial correspondentes a “*leisure=park*” e “*landuse=village_green*”.

O Urban Atlas é um conjunto de produtos disponibilizado pelo projeto Europeu Copernicus, onde pode ser encontrada a classificação do solo de várias cidades europeias, em vários períodos (Copernicus Programme, 2023). A classificação dos elementos correspondentes a espaços verdes no Urban Atlas é de “Green Urban Areas”. Desta forma, os elementos extraídos da camada vetorial do Urban Atlas 2018 foram aqueles classificados como “Green Urban Areas”.

Já a Carta de Uso e Ocupação do Solo de 2018 (COS2018) é um instrumento disponibilizado pela DGT que conta com 83 classes de nomenclatura e que pretende categorizar todo o território nacional (DGT, 2020). A classe mais aproximada ao âmbito do estudo é a de “Parques e Jardins”, que corresponde a espaços verdes em meio urbano. Esta classificação deixa de lado algumas matas e reservas naturais, que identificam como “Florestas” e agregam, assim, a outras florestas de acesso privado com fins de produção de biomassa. Nesta fonte de dados só foram extraídos os elementos classificados como “Parques e Jardins”.

Como as diferentes fontes apresentadas foram criadas para responder a propósitos específicos, com nomenclaturas e parâmetros de identificação distintos que dificultam a sua fusão, foi feita uma comparação entre elas, a partir de critérios como o número de polígonos, a sua área e a distribuição espacial. A confiabilidade da fonte também deve ser tida em consideração (Le Texier et al., 2018). Após a análise comparativa, foi escolhida a fonte de dados que mais se aproximava da realidade a ser representada para a EVP. A escolha da fonte não foi feita *à priori*, pois esta depende das características concretas do caso de estudo.

A EVS foi representada por meio de uma *shapefile* cedida pela Divisão de Espaços Verdes e Jardins da Câmara Municipal de Coimbra (CMC), onde foram eliminados elementos que:

- Pertenciam à EVP;
- Com dimensões inferiores a 250 m² e superiores a 3 ha (recomendação da DGT);
- Elementos relacionados com vias rodoviárias (rotundas, triângulos e separadores).

Análise de acessibilidade

A recolha e o tratamento dos dados permitem assim proceder à definição da área de cobertura correspondente a cada espaço verde considerado no estudo. Para isso, existem dois tipos de métodos utilizados:

- Delimitação de um *buffer* euclidiano;
- Delimitação de um *buffer* que utiliza uma análise da rede (*Network analysis*).

O *buffer* euclidiano, anteriormente utilizado na fase de definição da área de estudo, consiste na definição de uma distância correspondente a uma linha reta e perpendicular ao elemento a que vai ser aplicado. Este método é pouco exigente em dados, depende só da identificação de um ponto, linha ou polígono e da definição de uma distância para a formação de um contorno ao redor destes elementos. Contudo, quando se pretende analisar o acesso a um determinado elemento, espaço ou serviço, produz uma área de cobertura que não considera o modelo de rede de transportes nem a existência de pontos de acesso (prevê o acesso por todo o perímetro do elemento), o que leva a uma majoração dos valores reais.

Como alternativa, o método da análise de rede permite considerar uma rede e pontos de acesso bem definidos, determinar uma área de cobertura que representa a máxima distância de percurso (pré-definida) que se teve de fazer pela rede até a um determinado ponto de acesso. Deste modo, a definição da área de cobertura, deixa de depender só de uma distância e de um ponto, e passa também a ser influenciada pela forma e densidade da rede. Por exemplo, numa rede densa e com forma aproximada à radial o *buffer* baseado em análise de rede assemelha-se ao *buffer* euclidiano. A Figura 3.2 ilustra essa ideia, pois a área de cobertura da imagem 3.2.A aproximasse do *buffer* euclidiano, enquanto na área de cobertura de 3.2.B, por ter uma menor densidade de rede, resulta uma menor área e com um formato mais aproximado aos segmentos de reta que compõem a rede.

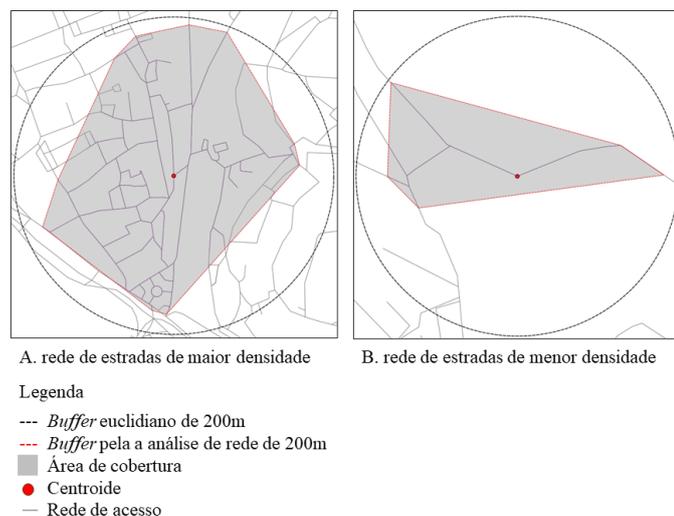


Figura 3.2 – Comparação entre *Buffer* euclidiano e análise de rede de 200 m de distância de percurso em situações de diferentes densidades de rede

A análise de rede, por conter na geração da área de cobertura a noção que a distância percorrida não é em linha reta e sim pela rede existente, produz resultados de mobilidade mais próximos da realidade. Por isso, este método foi o escolhido para a produção da área de cobertura.

Para que as áreas de cobertura associadas à análise de rede representem bem o acesso a espaços verdes, os pontos de acesso devem ser bem definidos. No caso dos espaços verdes, por regra os pontos foram atribuídos às entradas dos espaços verdes. Contudo, pode identificar-se quatro tipos de espaços com diferentes tipos de acesso:

- 1) Espaços verdes com entrada bem definida;
- 2) Espaços verdes com entrada definida, porém difusa;
- 3) Espaços verdes sem qualquer tipo de acesso formal ou cujos acessos está obstruído por vegetação ou falta de manutenção;
- 4) Espaços verdes pertencentes à Estrutura Verde Secundária.

Para os espaços de entrada bem definida, os pontos de acesso foram adicionados exatamente nas entradas; para os espaços de entrada definida e difusa, o ponto de acesso foi posicionado na interceção da rede de acesso com o espaço em si; já os espaços verdes sem qualquer tipo de acesso formal ou cujo acesso está obstruído e os pertencentes à EVS tiveram o ponto de acesso atribuídos aos seus centroides. Apesar de haver espaços verdes pertencentes à EVS que têm entradas bem definidas, foi-lhes atribuída também o ponto de acesso aos seus centroides, uma vez que estes espaços apresentam dimensões reduzidas, o que não justifica a definição exata do seu local de acesso. Na Figura 3.3 é apresentada uma esquematização do processo de atribuição dos pontos de acesso aos diferentes tipos de acesso a espaços verdes identificada anteriormente.

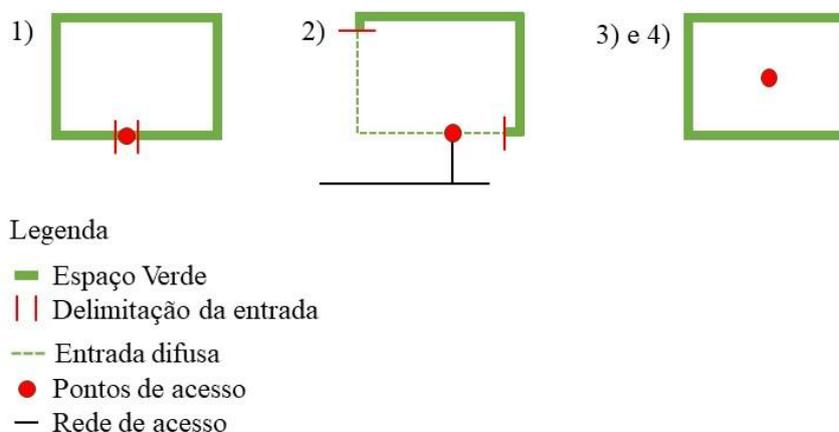


Figura 3.3 – Atribuição dos pontos de acesso aos quatro diferentes tipos de acesso a espaços verdes identificados

Para além de uma rede e de pontos de acesso bem definidos, a definição do *buffer* pela análise de rede necessita também da consideração de um custo de viagem, ou *travel cost*, que representa o custo que se tem de empregar numa determinada viagem. Nele podem ser tidas em conta várias dimensões, como a distância percorrida, o tempo (seja de espera ou de percurso) e o custo monetário, agregadas no custo generalizado da viagem. Como o presente estudo incide na acessibilidade a pé, e pretende-se tomar uma abordagem simplificada, teve-se como componente o tempo de percurso associado a uma velocidade média de percurso.

A velocidade média de percurso varia conforme a faixa etária, o género e a aptidão física (Bohannon e Andrews, 2011). Outros fatores também podem influenciar como as condições climáticas da região e a sua sazonalidade, o declive do percurso e o atrito da superfície (Aghabayk et al., 2021). Atualmente, a diferenciação de valores mais comuns na literatura é a idade, subdividida entre jovens e idosos. Os primeiros apresentam uma velocidade média mais elevada, de 4,8 km/h, e os idosos uma velocidade menor de 3,6 km/h (Hosford et al., 2022). A Organização Mundial da Saúde por outro lado sugere a utilização de 300 m de distância linear como equivalente a uma caminhada de 5min (que equivale ao valor de 3,6 km/h alocado às populações mais velhas ou com dificuldades de locomoção) (WHO, 2017). Com o objetivo de evitar uma análise populacional mais detalhada, tomou-se como custo de viagem a velocidade média de 4,2 km/h (valor que corresponde à média dos valores entre jovens e idosos).

Como o estudo pretende apoiar-se no conceito das Cidades 15 minutos, foi estabelecido como tempo de percurso máximo 15 min para a EVP, subdivididos em três níveis (5 min, 10 min e 15 min). A EVS por contemplar áreas de menores dimensões que pretendem ser espaços de proximidade, definiu-se como tempo máximo de percurso 5min (aproximando-se das recomendações da DGT).

Definição de indicadores

Ao utilizar os dados referentes à população residente e cruzando-os com as áreas de cobertura resultantes da análise de rede, pode ser aferida a população residente que está contida na área de cobertura, que permite saber a população que se encontra da entrada de um espaço verde dada uma determinada distância máxima. Deste modo, foi definida a acessibilidade desses espaços, como a percentagem da população residente na área de estudo que se encontra a i minutos de um espaço verde ($Pop_{EV(i)}$), mediante a Equação 1:

$$Pop_{EV(i)} = \frac{Pop_{AC_i}}{Pop_{Tot}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

Onde Pop_{Tot} é a população total residente na área de estudo e a Pop_{AC_i} é a população residente na área de cobertura de i minutos (AC_i), que resulta da soma da população que reside nas unidades da BGRI contempladas na área de cobertura. As unidades da BGRI que estiverem parcialmente contidas na área de cobertura, também contribuem para a Pop_{AC_i} mediante a proporção da área que estiver contida (assumindo uma distribuição espacial homogeneia da população dentro da unidade territorial considerada). Ou seja, se 50% da área da unidade da BGRI estiver contida na área de cobertura, para o cálculo da Pop_{AC_i} será tida em conta metade da população residente na unidade da BGRI em questão.

Como mencionado no capítulo anterior, adicionalmente à acessibilidade, outras características, como a captação, são importantes para se aferir a disponibilidade de espaços verdes em meio urbano. É aconselhado, pela DGT, que se cumpra com um valor de captação (Cap_{EV}) de 30 m²/hab para a EVP e 10 m²/hab para a EVS. Este valor pode ser obtido pela Equação 2:

$$Cap_{EV} = \frac{A_{EV}}{Pop_{Tot}} \left[\frac{m^2}{hab} \right] \quad (2)$$

Em que a A_{EV} é a área total dos espaços verdes e Pop_{Tot} é a população total residente em toda a área de estudo.

Análise espacial

Definidos os indicadores e as variáveis, procedeu-se à elaboração da análise espacial, mediante três níveis diferentes de detalhe dos dados referentes aos espaços verdes, representados no Quadro 3.1.

Quadro 3.1 – Níveis de detalhe considerados para os dados dos espaços verdes em cada uma das três análises

Análise	EVP	EVS
1	Dados originais sem tratamento adicional	Não inclui
2	Áreas que desempenham o papel que lhes é atribuído e superiores a 3ha	Não inclui
3	Áreas que desempenham o papel que lhes é atribuído e superiores a 3ha	Inclui

A Análise 1 foi feita com os dados representativos dos espaços verdes da fonte de dados da EVP sem qualquer tipo de tratamento (Dados em Bruto). Já a Análise 2 teve como base, os dados da EVP tratados, isto é, considera só as áreas que têm uma dimensão superior a 3ha e as que na prática desempenham o papel que lhes é atribuído. Os elementos cujo uso do solo definido no PDM não corresponde à real utilização do solo, foram eliminados. Para aferir a função atualmente desempenhada, foram observadas as áreas em causa por meio de imagens *Google Satellite* de 2023 e às que se demonstravam inconclusivas foi feita uma visita ao local. Por fim, a Análise 3 pretende ser a mais aproximada às recomendações da DGT, incluindo assim tanto os dados da EVP quanto os dados da EVS. Os elementos da EVP utilizados para esta análise sofreram o mesmo tratamento que os da análise anterior. Os elementos da EVS considerados nesta análise também sofreram um pré-tratamento onde se eliminou todas as áreas que pertenciam à EVP, que tinham dimensões inferiores a 250 m² e superiores a 3 ha, e foram também eliminados os elementos relacionados com vias rodoviárias (rotundas, triângulos e separadores).

Uma vez elaboradas as análises espaciais, definidos o cálculo dos indicadores e criadas diferentes análises, esta metodologia permite comparar os resultados e extrair conclusões acerca da captação e do acesso por parte das pessoas aos espaços verdes do seu local de residência.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 Descrição do estudo de caso

Para aplicação da metodologia anteriormente apresentada, foi escolhido o município de Coimbra como estudo de caso. Esta cidade, que é a maior da Região Centro de Portugal, tem 319,40 km² de área total do município e tem demonstrado um decréscimo populacional ao longo dos anos, tendo em 2001 uma população de 148 443 habitantes residentes, e atualmente, em 2021, uma população de 140 816 habitantes (INE, 2022). Contempla 18 Freguesias e Uniões de Freguesia das quais, segundo o Programa de Desenvolvimento Rural (PDR, 2020), 9 delas são regiões administrativas consideradas rurais. Mesmo assim, as freguesias urbanas da região de Coimbra apresentam grandes porções de terreno florestal (essencialmente de produção). Posto isso, como anteriormente enunciado, o estudo do acesso a espaços verdes em meio urbano tomou como área de estudo, a área delimitada pelo perímetro urbano de Coimbra.

A delimitação considerada para a área de estudo foi o perímetro urbano que se encontra no relatório da TIS de 2011 que elaborou um estudo para a Metro Mondego (TIS, 2011). Adicionalmente, no presente trabalho, foi considerado um buffer de 1 km (distância aproximada a 15 minutos de caminhada) em torno da área de estudo para que os resultados dos indicadores calculados, na região limite, não sejam condicionados pela definição da fronteira do perímetro urbano (Figura 4.1).

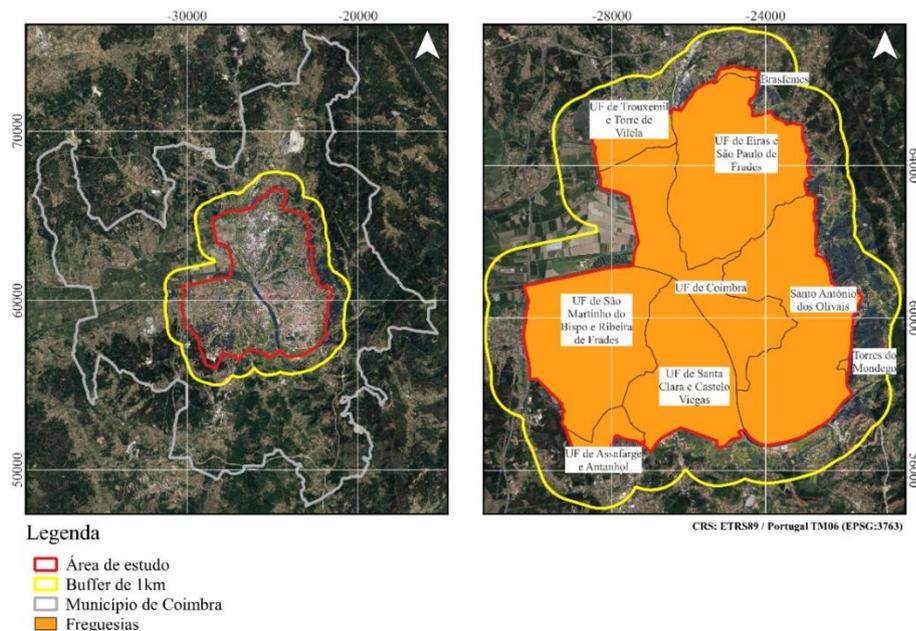


Figura 4.1 – Localização e delimitação da área de estudo e do seu respetivo buffer

A área de estudo apresentada na Figura 4.1 representa 57,8 km² e contempla toda a área da União de Freguesias (UF) de Coimbra e parcialmente a UF de Trouxemil e Torre de Vilela, a UF de Eiras e São Paulo de Frades, a UF de São Martinho do Bispo e Ribeira de Frades, a UF de Santa Clara e Castelo Viegas, a UF de Assafarge e Antanhol, a Freguesia de Santo António dos Olivais e a Freguesia de Brasfemes. Já a área que corresponde ao perímetro urbano e ao seu *buffer* de 1 km totaliza 96,9 km².

Foi feita a sobreposição entre o perímetro urbano e a BGRI para calcular a população residente dentro da área de estudo delimitada. Para este cálculo foi preciso fazer um ajuste entre a BGRI e o perímetro urbano. Apesar do perímetro urbano, por regra, seguir o contorno das unidades pertencentes a BGRI 2021, há zonas onde isso não acontece. Procedeu-se então à atualização da área e da população residente, nas unidades da BGRI recortadas pelo perímetro urbano. Após este ajuste, aferiu-se que a área de estudo contém 94 604 habitantes e uma densidade média de 1636,75 hab/km². A densidade populacional por unidade de BGRI é apresentada na Figura 4.2.

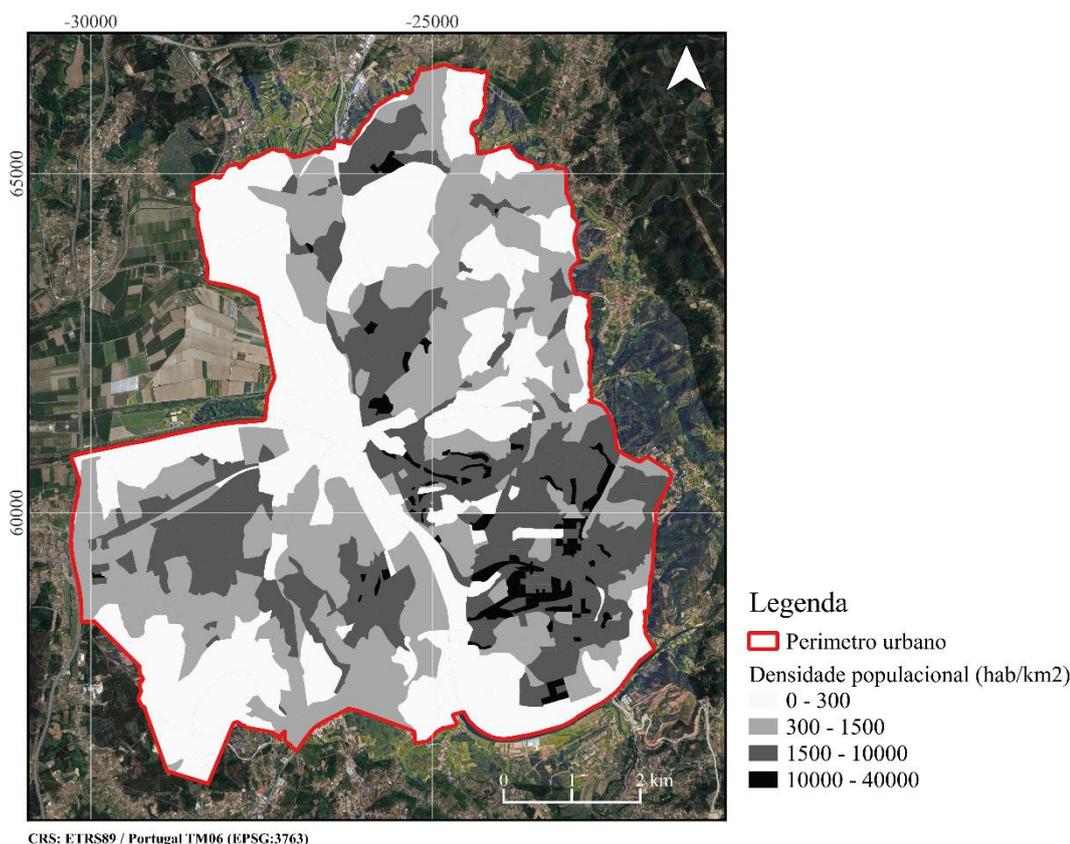


Figura 4.2 – Distribuição da densidade populacional na área de estudo

O modelo de rede de transportes utilizado foi obtido pelo *Open Transport Map* (OTM), de onde foram considerados os segmentos da rede que permitiam a locomoção a pé. Elementos da rede como autoestradas e vias rápidas, designadas pelo OTM de “mainRoad”, foram eliminados. A delimitação que cortou esta rede foi a linha de Buffer de 1 km. A rede obtida apresenta 980 km de segmentos caminháveis, resultando numa densidade média de 10,1 km/km². Na Figura 4.3, pode ser observado que a densidade da rede é mais elevada na região central da área de estudo, correspondente à Freguesia de Santo António dos Olivais e da União de Freguesias de Coimbra.

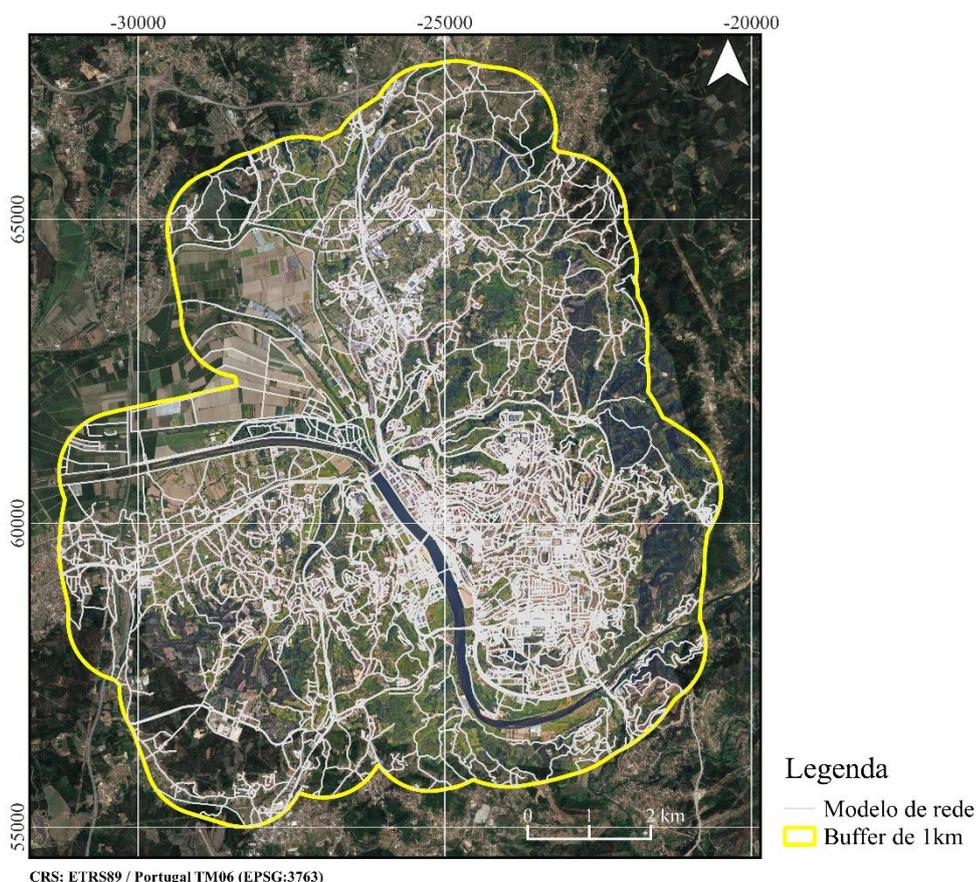


Figura 4.3 – Modelo da rede de transportes utilizada (segmentos caminháveis) para o estudo de acessibilidade

A caracterização dos espaços verdes da EVP foi feita a partir de uma análise prévia de quatro fontes de dados descritas na metodologia (PDM, OSM, UrbanAtlas 2018 e COS2018). Para a produção das camadas vetoriais do OSM, do UrbanAtlas 2018 e do COS2018, teve-se em conta as diferentes nomenclaturas anteriormente apresentadas. Já o PDM, por ser um plano específico

de cada município, apresenta diferentes nomenclaturas e classificações para os espaços verdes. Deste modo, foi feita uma análise mais detalhada para o caso do PDM de Coimbra.

Para o PDM de Coimbra, na “Planta de Ordenamento 1.1: Classificação e Qualificação do Solo”, a categoria *Espaços verdes* é dividida entre “*Área verde de Recreio e Lazer*” e “*Área verde de proteção e enquadramento*”. A primeira corresponde aos jardins e parques urbanos de maior dimensão existentes na cidade e às áreas que se pretende adquirir estas características. Já as áreas de proteção e enquadramento promovem a salvaguarda dos ecossistemas e o enquadramento da infraestrutura viária, sem a possibilidade de aceder a estas áreas para fins recreativos. O mesmo documento classifica como “*Matas Nacionais*” duas das principais áreas de conservação da cidade de Coimbra, a Mata Nacional do Choupal e a Mata Nacional de Vale de Canas. Posto isto, as áreas tidas em conta no estudo foram as classificadas como *Área verde de recreio e lazer* e *Matas Nacionais*. Como não foi encontrada uma camada vetorial que disponibilizasse estes elementos, procedeu-se à delimitação manual dos elementos, baseada na camada WMS (Web Map Service) correspondente à planta de ordenamento 1.1 do PDM de Coimbra.

Os espaços verdes de cada fonte de dados são apresentados individualmente em anexo (Anexo B – Anexo E). Na Figura 4.4 são apresentados, em simultâneo, os espaços verdes existentes dentro do buffer de 1km do perímetro urbano de cada uma das quatro fontes de dados.

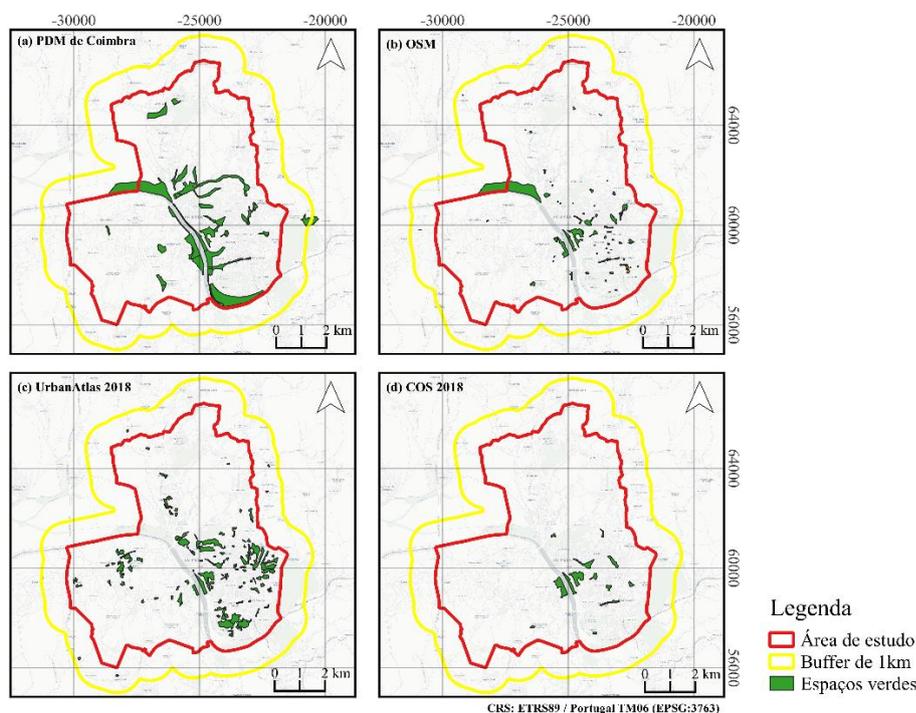


Figura 4.4 – Espaços verdes de Coimbra presentes na fonte de dados (a) PDM de Coimbra, (b) OSM, (c) UrbanAtlas 2018, e (d) COS2018

Ao fazer uma análise comparativa das camadas vetoriais apresentadas na Figura 4.4, podem ser percebidas diferenças no número de elementos, na dimensão de cada elemento e na sua distribuição espacial. Para auxiliar a decisão da melhor fonte de dados, foi feito um quadro onde são apresentados e quantificados os seguintes critérios:

1. Número de elementos [n°];
2. Elementos com dimensão superior a 3ha [%] (dimensão mínima dos elementos pertencentes à EVP); e
3. Distribuição espacial [alta, média ou baixa].

No Quadro 4.1 pode ser vista a comparação feita entre as quatro fontes de dados. Os critérios 1 e 2, contam com uma forma objetiva para a sua de quantificação dos valores, enquanto para os valores do critério 3 foi tida uma abordagem subjetiva.

Quadro 4.1 – Comparação entre as quatro fontes de dados dos espaços verdes pertencentes à EVP

Critério	PDM	OSM	UrbanAtlas 2018	COS2018
Nº de elementos	24	73	138	13
Elementos > 3 ha	79%	10%	15%	54%
Distribuição	alta	média	alta	Baixa

O PDM de Coimbra, contém poucos elementos, mas a maior parte têm dimensões superiores a 3 há. Verificasse uma distribuição espacial pela área de estudo elevada. Pelas áreas serem muito extensas inclui muitos terrenos baldios ou sem funções, mas engloba as Matas Nacionais de Coimbra, o Choupal e a de Vale de Canas.

O OSM inclui os principais parques e jardins da cidade de Coimbra e a Mata Nacional do Choupal, mas também vários outros parques de menores dimensões, o que faz com que só 10% dos elementos sejam maiores que 3 há. A distribuição espacial destes elementos é inferior às do PDM de Coimbra, mas contém polígonos em toda a área de estudo, sendo classificada como distribuição média. O OSM, por ser uma ferramenta de dados abertos, onde pode haver áreas mal classificadas ou delimitadas não lhe é dada muita confiabilidade por parte das entidades públicas (Le Texier et al., 2018).

O UrbanAtlas é a base de dados que apresenta maior número de elementos e uma alta distribuição geográfica (comparável à do PDM de Coimbra). A maior parte dos seus elementos têm dimensões inferiores a 3 ha e inclui áreas que atualmente são urbanizadas ou que são baldios privados. Esta base de dados não inclui as Matas Nacionais de Coimbra.

O COS2018, é a camada que apresenta menor número de elementos e possui, tal como o OSM, os principais parques e jardins da cidade de Coimbra, exceto as Matas Nacionais que estão classificadas como “Florestas” e agregam, assim, a outras florestas de acesso privado com fins

de produção de biomassa. Aproximadamente metade dos seus elementos têm dimensões inferiores a 3 há e apresenta uma baixa distribuição espacial (a menor das quatro fontes).

Mediante as características apresentadas, e por ser a base de dados oficial do município, foi escolhida como fonte de dados a camada vetorial do PDM de Coimbra para representar a EVP. Esta fonte apresenta 19 elementos contínuos e uma área total de espaços verdes de 444,8 ha, em que 339,7 ha são área verde de recreio e lazer e os restantes 105,1 ha são as Matas Nacionais.

Na Figura 4.5 é mostrado um mapa dos espaços verdes representados no PDM de Coimbra que se encontram dentro da área correspondente ao perímetro urbano e o seu *buffer* de 1km, com os nomes dos principais parques e matas da cidade.

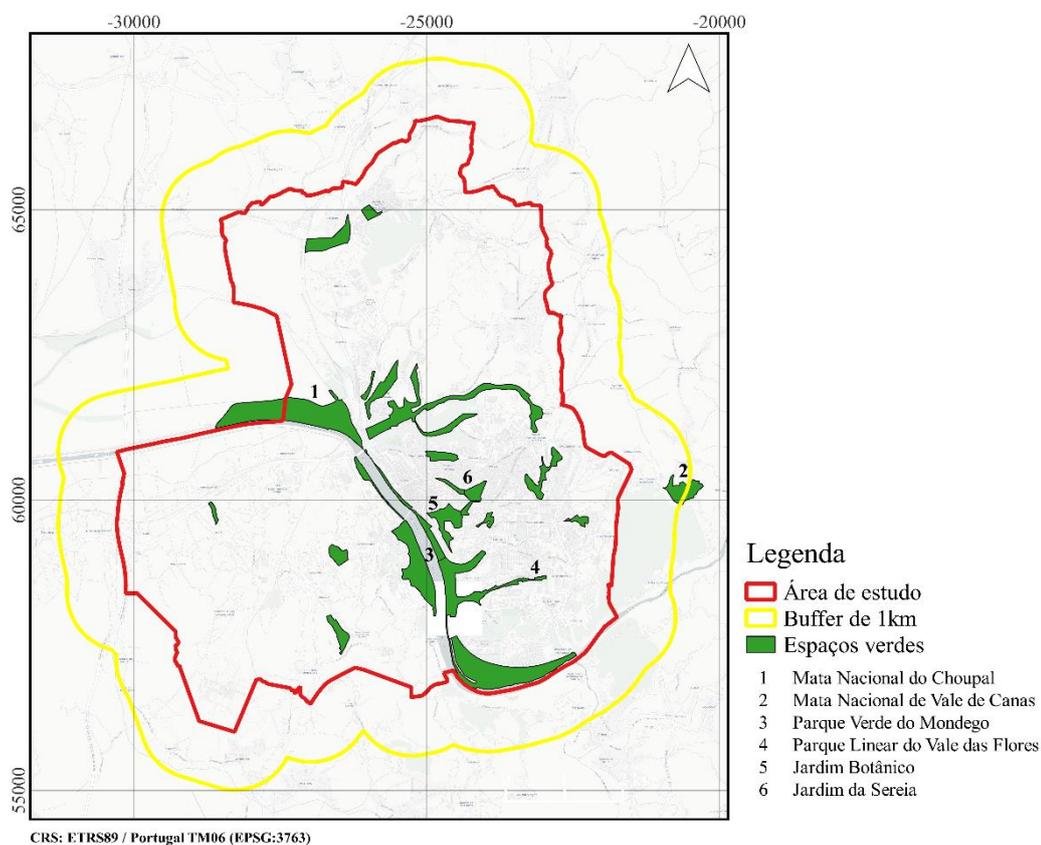


Figura 4.5 – Espaços verdes de Coimbra presentes no PDM de Coimbra

Já para representar a EVS foi utilizada uma *shapefile* cedida pela Divisão de Espaços Verdes e Jardins da Câmara Municipal de Coimbra (CMC) (Anexo A), onde foram eliminados os elementos que pertenciam à EVP, os elementos que não tinham dimensões contidas no intervalo

[0,025; 3[ha e também elementos relacionados com vias rodoviárias (rotundas, triângulos e separadores).

O mapa resultante apresenta 329 elementos que perfazem uma área de 65,07 ha, dispersa por toda a área de estudo, com maior concentração na região correspondente à Freguesia de Santo António dos Olivais e da União de Freguesias de Coimbra (Figura 4.6).

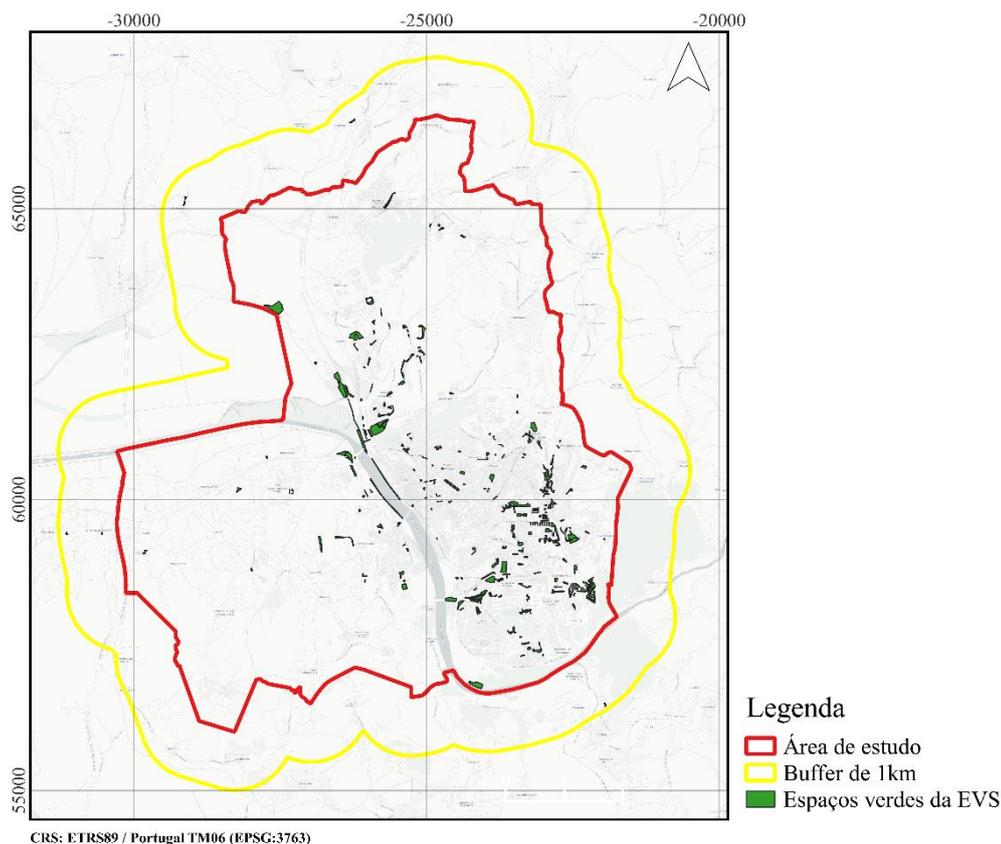


Figura 4.6 – Espaços verdes considerados na EVS

Como apresentado na metodologia, tomou-se a análise de rede como método de produção das áreas de cobertura. Para que essas áreas sejam as mais próximas da realidade observada, foi tida uma especial atenção à definição dos pontos de acesso dos espaços verdes. Por regra os pontos foram atribuídos às entradas dos espaços verdes. Contudo, identificou-se quatro tipos de espaços com diferentes tipos de acesso, os quais são referidos na Figura 3.3, e abordados com mais detalhe neste capítulo.

Para o primeiro caso, entradas bem definidas, os pontos de acesso foram adicionados nas respetivas entradas. Um caso ilustrativo deste tipo de acesso é o Jardim Botânico da Universidade de Coimbra, apresentado na Figura 4.7.



Figura 4.7 – Exemplo de pontos de acesso com entradas bem definidas: Jardim Botânico da Universidade de Coimbra

Nos casos em que as entradas são difusas, como acontece com o Parque Linear Vale das Flores, os pontos de acesso escolhidos são a interceção da rede com a delimitação do espaço (Figura 4.8). No exemplo apresentado, os pontos de acesso são formados pelas passagens de peões (passadeiras), a ponte pedonal e as entradas desenhadas pela estrutura do parque.



Figura 4.8 – Exemplo de pontos de acesso com entradas difusas: Parque Linear Vale das Flores e um pormenor da parte sudoeste do Parque

Já as áreas que não apresentavam qualquer tipo de acesso pedonal, como o caso de um terreno adjacente ao Colégio de São José, ou as que pertencem à EVS, foi tido como ponto de acesso o centroide do elemento (Figura 4.9).



Figura 4.9 – Exemplo de ponto de acesso sem entrada formal: terreno adjacente ao Colégio de São José

Conhecida a rede de acesso pedonal, os pontos de acesso e o custo de viagem (4,2 km/h), foram produzidas as áreas de cobertura e calculados os indicadores para cada análise espacial apresentada no Quadro 3.1.

4.2 Análise 1

Esta análise pretende estabelecer os valores de referência, que se prevê serem os mais elevados, e que vão auxiliar a discussão dos resultados ao longo do estudo. Semelhante a outros trabalhos feitos na região de Coimbra (Pinto et al., 2022), são tidos em conta todos os elementos que constam no PDM de Coimbra pertencentes à categoria de uso do solo “Área verde de Recreio e Lazer” e “Matas Nacionais” (independentemente das dimensões ou real ocupação e utilização do solo). Contudo, a Análise 1 do presente trabalho, contempla outra área de estudo e a população dos Censos do ano de 2021. O resultado é apresentado na Figura 4.10 com os pontos de acesso já estabelecidos.

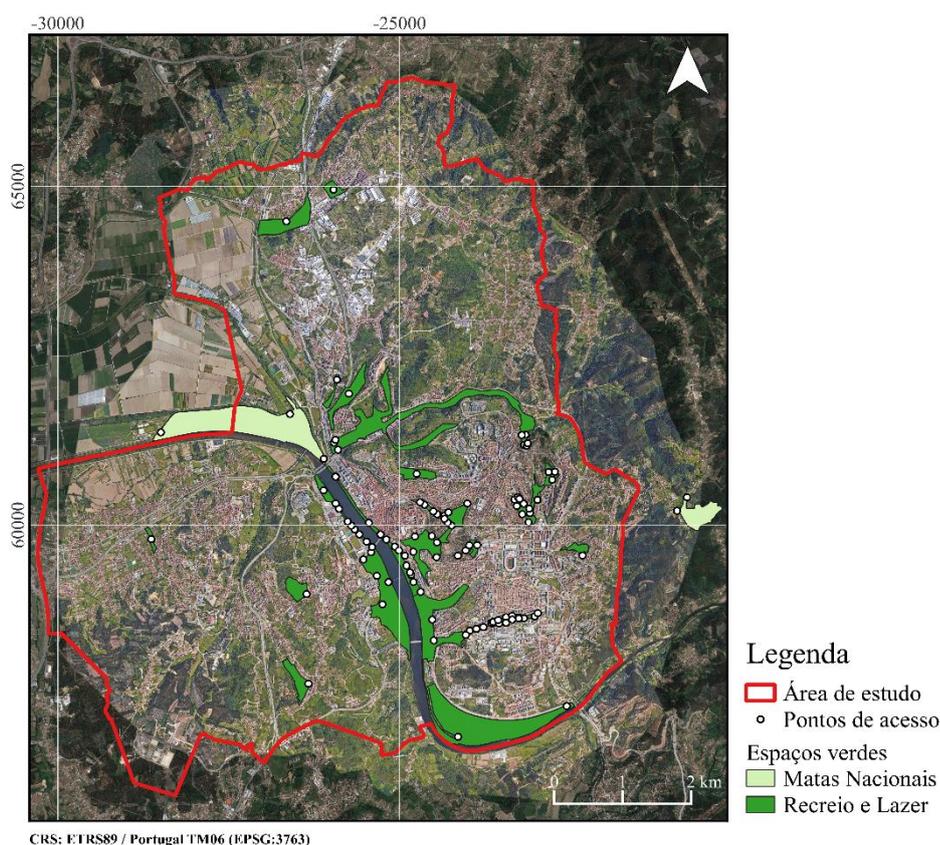


Figura 4.10 – Camada vetorial dos elementos considerados na Análise 1

Pode ser percebido que todas as áreas correspondentes aos espaços verdes de recreio e lazer se encontram dentro do perímetro urbano. Já as Matas Nacionais apresentam a totalidade da área (Vale de Canas) ou parte dela (Choupal) fora do perímetro urbano. As áreas de cobertura resultantes são apresentadas na Figura 4.11 sobre o mapa da densidade populacional.

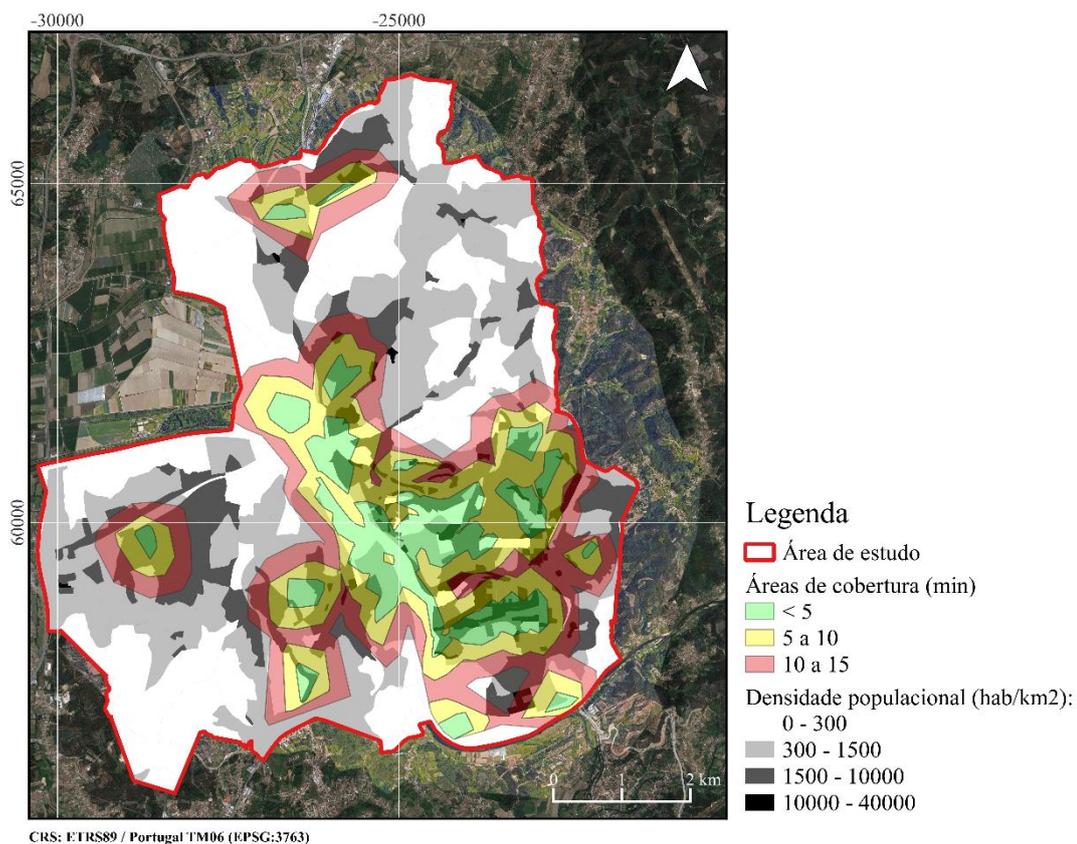


Figura 4.11 - Áreas de cobertura da Análise 1, sobrepostas com o mapa de densidade populacional

A partir das áreas de cobertura mostradas na Figura 4.11, foi calculada a população com acesso a espaços verdes. Os resultados são apresentados no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 1

Área de cobertura	Habitantes	
Pop a <5min	16297	17%
Pop a <10min	48278	51%
Pop a <15min	70646	75%
Pop total	94604	100%

Outro indicador relevante a ter em conta é a capitação dos espaços verdes (m^2/hab) (Quadro 4.3). Para este indicador, só se teve em conta a porção da área dos espaços verdes que se encontrava dentro do perímetro urbano, ou seja, a Mata Nacional de Vale de Canas e parte da Mata Nacional do Choupal não foram contabilizadas.

Quadro 4.3 – Capitação de espaços verdes da Análise 1 em Coimbra

Espaços verdes	Área total (ha)		m^2/hab
Matas Nacionais	54	14%	5,7
Recreio e Lazer	339	86%	35,9
Total	393	100%	41,6
Valor recomendado	-	-	30,0

Os resultados apresentados na Figura 4.11 mostram que as freguesias mais bem servidas pelas áreas de cobertura são a Freguesia de Santo António dos Olivais, a União das Freguesias de Coimbra e a União das Freguesias de Santa Clara e Castelo Viegas. Da população residente na área de estudo, 17% encontram-se a menos de 5 minutos a pé de um espaço verde e 75% a menos de 15 minutos (Quadro 4.2).

Quanto à capitação total de espaços verdes, a Análise 1 apresenta $41,6 m^2/hab$, valor praticamente suportado pelas áreas de recreio e lazer. Este valor excede em 128% o valor médio das cidades europeias apresentados na literatura ($18,2 m^2/hab$), e em 39% o valor recomendado pela DGT (Quadro 2.2). Contudo, este valor diz respeito à totalidade das áreas designadas pelo PDM de Coimbra, que se encontram incluídas na área de estudo, para “Área verde de Recreio e Lazer” e “Matas Nacionais”, que não correspondem a real capitação de espaços verdes, uma vez que esta inclui áreas como o terreno adjacente ao Colégio de São José, referida na Figura 4.9, que não desempenham funções de recreio e lazer.

4.3 Análise 2

A Análise 2 apoia-se na Análise 1, mas contempla apenas as áreas apresentadas no PDM de Coimbra como “Área verde de Recreio e Lazer” e “Matas Nacionais” que desempenham funções de recreio e lazer e que têm uma dimensão superiores a 3 ha (Figura 4.12). Para aferir a função atualmente desempenhada, foram observadas as áreas em causa por meio de imagens *Google Satellite* de 2023 e às que se demonstravam inconclusivas foi feita uma visita ao local num único dia do mês de maio. O Penedo da Saudade, apesar de ter uma área de 2,97 ha (Anexo G), o que o deixaria de fora dos dados por um cumprimento estrito da regra, foi incluído no estudo uma vez que se aproxima muito do valor de 3 ha, com uma divergência de apenas 1 %.

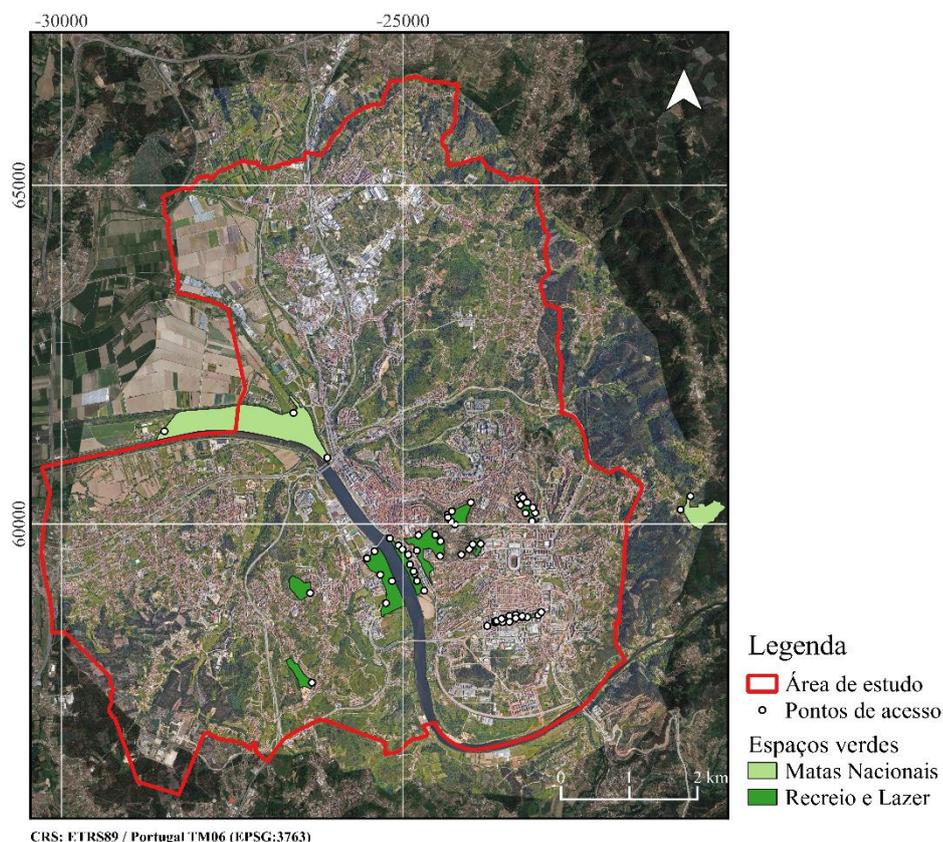


Figura 4.12 – Camada vetorial dos elementos considerados na Análise 2

Na Figura 4.13 são apresentadas as áreas de cobertura correspondentes aos elementos da Análise 2.

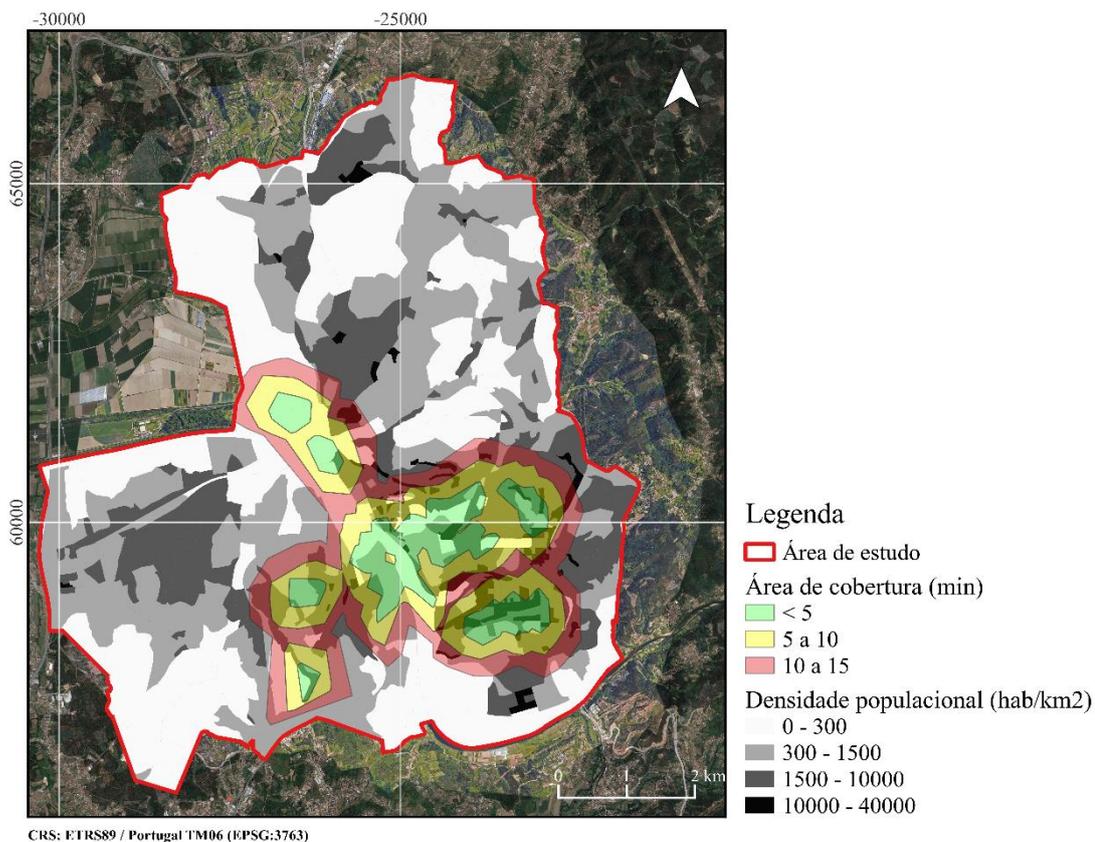


Figura 4.13 - Áreas de cobertura da Análise 2, sobrepostas com o mapa de densidade populacional

No Quadro 4.4 e 4.5 foram apresentadas, respetivamente, a população abrangida pelas áreas de cobertura e a capitação dos espaços verdes.

Quadro 4.4 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 2

Área de cobertura	Habitantes	
Pop a <5min	11635	12%
Pop a <10min	32711	35%
Pop a <15min	50005	53%
Pop total	94604	100%

Quadro 4.5 – Capitação de espaços verdes da Análise 2 em Coimbra

Espaços verdes	Área total (ha)		m²/hab
Matas Nacionais	54	40%	5,7
Recreio e Lazer	81	60%	8,6
Total	135	100%	14,3
Valor recomendado	-	-	30,0

Com esta análise podemos perceber que os espaços verdes que estão a contribuir com a sua função ecossistema de recreio e lazer encontram-se concentrados principalmente na região UF de Coimbra, da UF de Santa Clara e Castelo Viegas e na região central da Freguesia de Santo António dos Olivais. Estes espaços encontram-se a 5 minutos de caminhada para 12% da população da área de estudo, o que resulta numa diminuição de 29% face à análise anterior.

No Quadro 4.5, pode-se observar que a capitação total de espaços verdes é de 14,3 m²/hab, valor 66% menor que o valor da Análise 1, e aproximadamente metade do valor recomendado pela DGT. Percebe-se também que a diminuição ocorrida foi nas áreas de recreio e lazer e as Matas Nacionais mantiveram o seu valor.

Ao comparar a diminuição ocorrida com a acessibilidade e com a capitação, respetivamente 29% e 66%, percebe-se que não diminuem com a mesma proporção. Uma possível explicação pode ser a distribuição da população de Coimbra, uma vez que não é uniforme e privilegia a região central, onde há maior capitação de espaços verdes.

4.4 Análise 3

A presente análise inicialmente apresenta a caracterização da EVS, a acessibilidade e a capitação correspondente só a estes espaços verdes. Após essa caracterização inicial, vai ser tido em conta o acesso simultâneo à EVS e à EVP. As áreas verdes da EVP, consideradas nesta análise, são as que foram produzidas na Análise 2 e as áreas verdes da EVS são as mostradas na Figura 4.6.

Como referido anteriormente os pontos de acesso à EVS foram atribuídos aos centroides dos elementos, e o tempo de percurso utilizado foi de 5 min. Os resultados das áreas de cobertura que correspondem só ao acesso à EVS são apresentados na Figura 4.14.

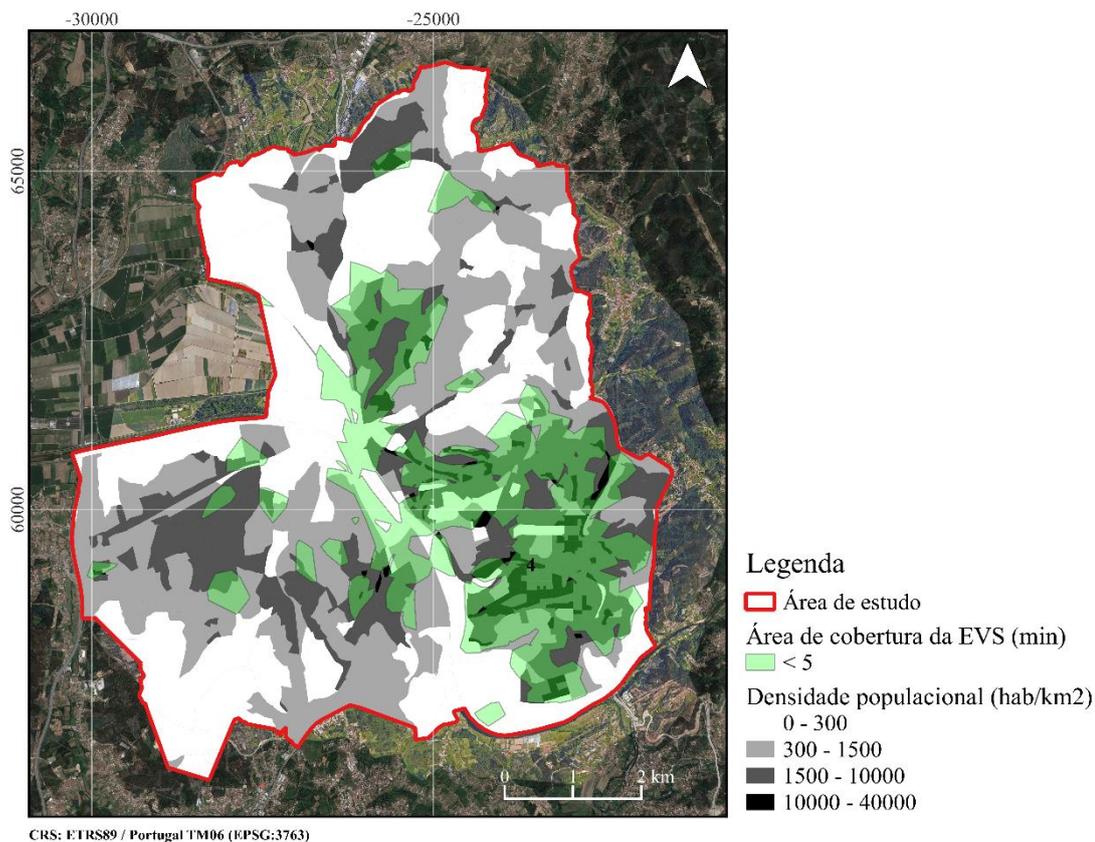


Figura 4.14 - Áreas de cobertura da Análise 3 correspondentes só ao acesso à EVS, sobrepostas com o mapa de densidade populacional

Os valores da população com acesso à EVS e a capitação de espaços verdes são apresentadas no Quadro 4.6 e 4.7, respetivamente.

Quadro 4.6 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 3, contemplando só a EVS

Área de cobertura	Habitantes	
	Pop a <math>< 5\text{min}</math>	53789
Pop Total	94604	100%

Quadro 4.7 – Capitação de espaços verdes da Análise 3, contemplando só a EVS

Espaços verdes	Área total (ha)	m ² /hab
EVS	65	6,9
Valor recomendado	-	10,0

Na Figura 4.14 e no Quadro 4.6, podemos perceber que a EVS apresenta uma boa distribuição geográfica, com os seus 5 minutos de percurso superiores aos 15 minutos de percurso da EVP obtida na Análise 2. O valor da capitação de 6,9 m²/hab, apresenta-se 31% abaixo dos valores recomendados (10,0 m²/hab).

Após a caracterização da EVS, pode ser trabalhada a interseção das áreas de cobertura da EVS, apresentadas na Figura 4.14, com as da EVP tidas em conta na Análise 2 (Figura 4.12). Como se trata de uma interseção, é esperado que os resultados sejam inferiores aos apresentados só pela EVS. Na Figura 4.15 podem ser observadas as áreas de cobertura que correspondem às zonas que têm em simultâneo acesso à EVS e à EVP.

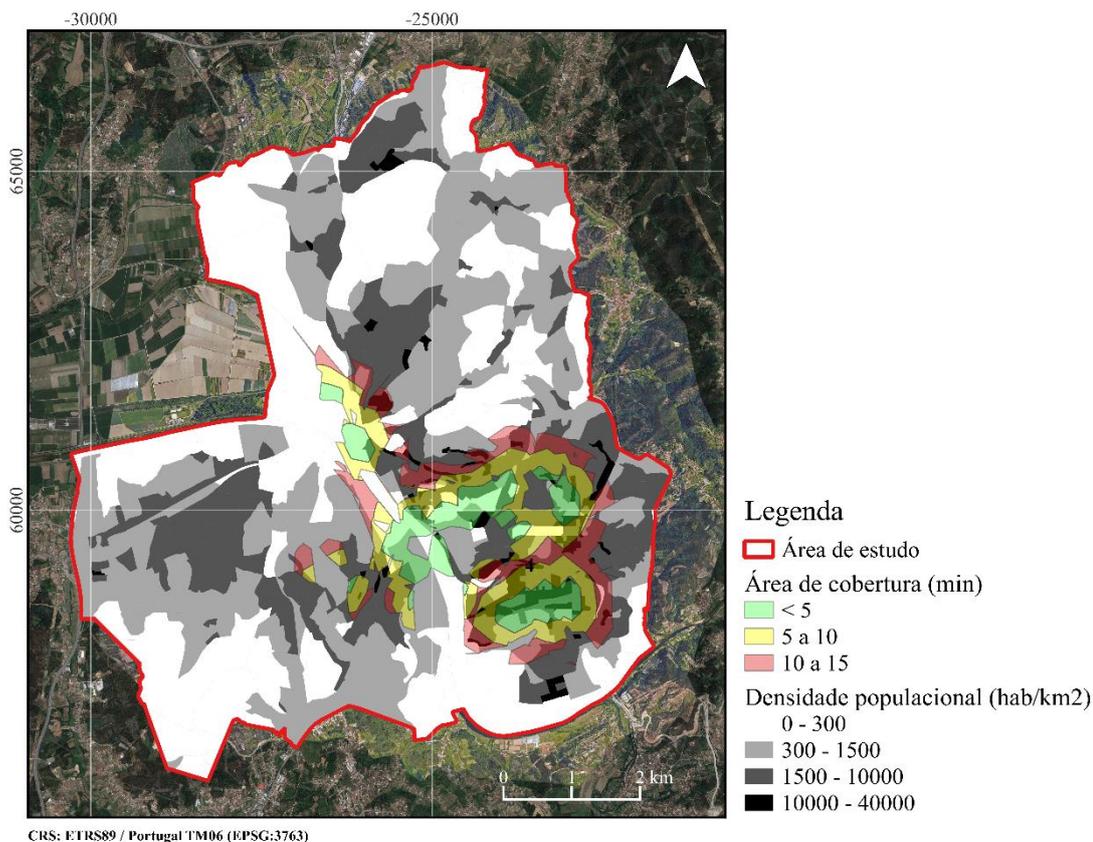


Figura 4.15 – Áreas de cobertura da Análise 3 correspondentes às zonas que têm em simultâneo acesso à EVS e à EVP, sobrepostas com o mapa de densidade populacional

A população que se encontra a menos de 5 minutos de um espaço verde pertencente à EVS e que tem acesso a espaços verdes pertencentes à EVP, está representada no Quadro 4.8.

Quadro 4.8 – Acessibilidade da população a espaços verdes com base na Análise 3, contemplando a EVP e a EVS

Área de cobertura	Habitantes	
Pop a <5min	9182	10%
Pop a <10min	25489	27%
Pop a <15min	37629	40%
Pop total	94604	100%

Quando intersetadas as áreas de cobertura da EVP e da EVS, observa-se uma diminuição da distribuição espacial, como era previsto. Pode-se notar uma maior concentração das áreas de cobertura na UF de Coimbra, na UF de Santa Clara e Castelo Viegas e na região central da Freguesia de Santo António dos Olivais, perceptível na Figura 4.15. O Quadro 4.8 mostra uma diminuição de acessibilidade, fase à Análise 2, com só 10% da população com acesso tanto a espaços da EVP como também a espaços da EVS a menos de 5 min. Isto deve-se ao facto de ser exigida, na presente análise, o acesso a dois tipos diferentes de espaços verdes.

4.5 Análise comparativa

No decorrer das análises, os critérios a que se tinha de dar resposta tornaram-se progressivamente mais exigentes. Isso levou a uma diminuição progressiva dos resultados, tanto da acessibilidade como da capitação. Observou-se que os pontos de acesso que se encontravam entre o limite da área de estudo e do *buffer* de 1 km, não influenciaram nos resultados de acessibilidade de todas as análises apresentadas, uma vez que as suas áreas de cobertura não chegavam à área de estudo. Também foi percebido que, sobre o Rio Mondego se encontrava polígonos produzidos pelas áreas de cobertura. Este fenómeno, não deveria acontecer, e vai contribuir para um aumento dos valores reais.

A comparação dos valores de todas as análises é apresentada na Figura 4.16 e 4.17.

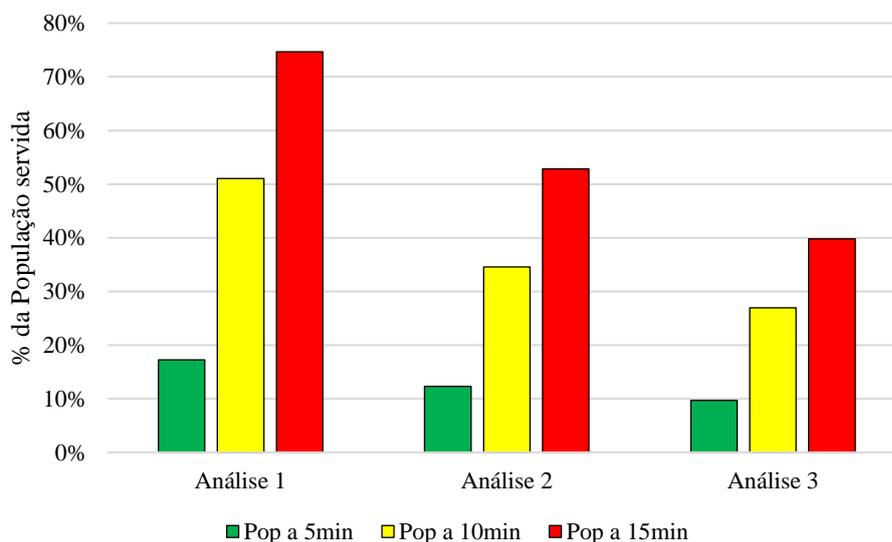


Figura 4.16 – População com acesso a espaços verdes [%] em cada análise

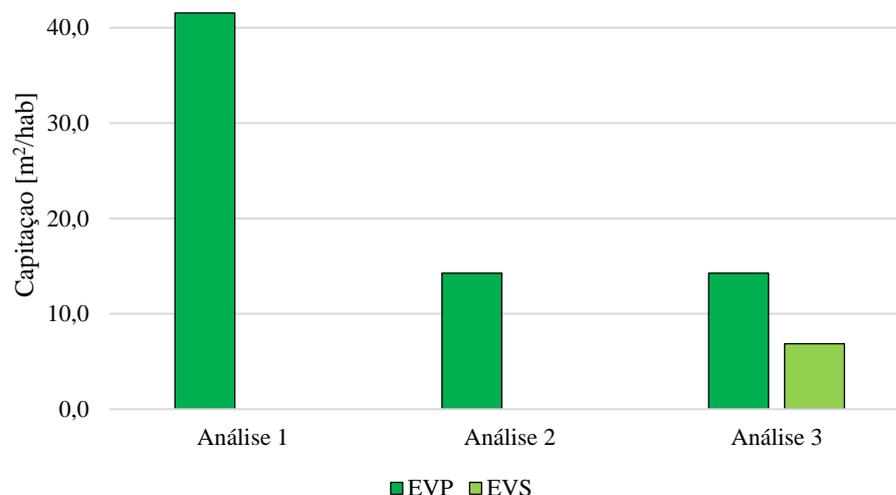


Figura 4.17 – Capitação de espaços verdes [m²/hab] resultante de cada análise

Os maiores valores apresentados são os resultantes da Análise 1, onde 17% da população tem acesso a um espaço verde a menos de 5 minutos e uma capitação média de 41,6 m²/hab. O valor da capitação excede em 128% o valor médio das cidades europeias apresentados na literatura (18,2 m²/hab), e em 39% o valor recomendado pela DGT (Quadro 2.2). Já o valor da acessibilidade aparenta ser baixo, tendo como referência os valores médios da Europa (44% da população com acesso a um parque a menos de 300m). Esta comparação pode não ser adequada, uma vez que o critério de inclusão dos parques que foram utilizados pela *Urban Data Platform Plus* pode diferir do que foi utilizado neste trabalho, mas revela uma discrepância face à comparação dos números do acesso e da capitação. No caso do presente estudo, o único critério tido em conta foi se as áreas pertenciam às categorias “Área verde de Recreio e Lazer” e “Matas Nacionais”, apresentadas no PDM de Coimbra.

Quando se teve em conta a função desempenhada e a dimensão mínima do espaço, na Análise 2, os valores dos indicadores baixaram para 12% da população com acesso a espaços verdes a menos de 5 minutos e capitação destes espaços de 14,3 m²/hab. Estes valores aproximam-se mais da acessibilidade e capitação real dos espaços verdes pertencentes à EVP, uma vez só são tidos em conta as áreas que atualmente desempenham as funções de recreio e lazer. Contudo, nesta análise foram deixadas de parte áreas que cumprem com funções de recreio e lazer, mas que não atendiam ao critério da dimensão mínima (3ha) recomendado pela DGT. Outros documentos mencionados na revisão da literatura, têm como dimensão mínima a ser considerada, no estudo de acessibilidade a espaços verdes, outras dimensões, como é o caso da OMS com 0,5 ha e da Natural England a sugerir a dimensão mínima de 2 ha para espaços verdes locais.

Já os menores valores, tanto da acessibilidade como da capitação, correspondem à Análise 3, onde se teve em conta, não só os critérios que possibilitaram produzir as áreas de cobertura da Análise 2, mas também a existência de espaços verdes pertencentes à EVS a menos de 5 minutos. Nesta análise os valores de acessibilidade simultânea a espaços da EVP e da EVS a menos de 5 minutos foi de 10%, valor não muito inferior à da Análise 2. Isto pode acontecer pela alta dispersão geográfica da EVS da fonte de dados da CMC. Contudo, esta fonte engloba tanto os parques de proximidade como também espaços que embelezam e naturalizam a paisagem (como floreiras, encostas, terrenos relvados e sebes), que não estão necessariamente preparados para a utilização coletiva em contexto recreativo e de lazer. Isto então pode levar a que haja uma sobrestimação dos valores.

Ao comparar a Análise 1 com a Análise 2, percebe-se que o PDM de Coimbra contempla inúmeros espaços verdes que neste momento não estão a desempenhar a função a que estão destinados, ou seja, atualmente são baldios ou áreas comuns onde é proibida a construção. Por isso, caso o município pretenda aumentar a sua capitação e acessibilidade a estes espaços, não precisa de construir novos espaços verdes em áreas designadas para outra ocupação do solo, e sim requalificar os espaços que já estão definidos para essa função. Já no caso da EVS, por necessitar de estar mais próxima da população, pode ser necessário a construção de novos espaços, isto é, substituir áreas atualmente impermeabilizadas, por pequenas áreas de proximidade com funções de recreio e lazer.

Tomando os dados obtidos nas análises como corretos e representativos da realidade, para se seguir a capitação recomendada pela DGT, de 30 m²/hab e de 10 m²/hab para a EVP e EVS, respetivamente, devem ser feitos esforços para promover a requalificação de 149 ha de espaços verdes pertencentes à EVP e criar 28 ha de novos espaços de proximidade correspondentes à EVS. Este aumento de espaços verdes deve ser promovido principalmente nas regiões de maior densidade populacional que não têm acesso a estes espaços.

5. CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho consistiu no estudo da acessibilidade a Infraestruturas Verdes em meio urbano, apoiando-se no conceito de planeamento urbano sustentável das Cidades 15 minutos.

Para corresponder a esse objetivo, foi feita uma revisão bibliográfica que se focou na definição e enquadramento do conceito Infraestruturas Verdes em contexto urbano e as possíveis metodologias e indicadores que são utilizados para medir e quantificar a presença e implementação destes elementos. Foi possível averiguar que Infraestruturas Verdes é um conceito amplo e que, a depender do seu enquadramento, contempla várias definições e elementos, o que dificulta não só a sua integração em políticas públicas, mas também a definição de metodologias e indicadores para medir o seu desempenho. Mesmo sem haver um consenso quanto à definição do termo, cada vez mais tem sido incorporado nas mais diversas políticas.

No meio urbano as Infraestruturas Verdes têm sido reconhecidas pela designação “espaços verdes”, que são vistos como lugares onde as pessoas encontram-se, socializam, relaxam, praticam desporto e conectam-se com a natureza, funções associadas ao recreio e lazer. Mas, estes espaços também contribuem para a regulação da ilha de calor dentro dos centros urbanos e dos efeitos de fenómenos extremos, permitem o aumento da resiliência do território face às alterações climáticas e podem ser desenhados para auxiliar a gestão urbana de águas superficiais, em contexto de cheias ou de precipitação intensa, amenizando o risco de inundação. Todas estas funções que as Infraestruturas Verdes no geral, e em particular os espaços verdes, são relevantes para o desenvolvimento, planeamento e construção de áreas urbanas alinhadas com o objetivo do desenvolvimento sustentável 11.7 – Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, particularmente para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.

Para abordar o objetivo principal do estudo levou-se a cabo a definição de uma metodologia que posteriormente foi aplicada a um estudo de caso: a cidade de Coimbra. Esse estudo contou com três análises de acessibilidade e capitação distintas, com níveis diferentes de detalhe dos dados referentes aos espaços verdes.

Na Análise 1, tomou-se como espaços verdes a serem incluídos na análise todos os elementos incluídos no PDM de Coimbra pertencentes à categoria de uso do solo “*Área verde de Recreio e Lazer*” e “*Matas Nacionais*” (independentemente das dimensões ou real ocupação e utilização do solo). Esta análise foi feita com o intuito de obter valores de referência para o presente estudo, contando com 17% da população servida por um espaço verde a menos de 5 minutos e 41,6 m² de espaços verdes por habitante. A capitação apresentada nesta análise excede em 128% o valor médio das cidades europeias apresentados na literatura (18,2 m²/hab), e em 39% o valor recomendado pela DGT. Já o valor da acessibilidade aparenta ser baixo, tendo como referência os valores médios da europa (44% da população com acesso a parques a menos de 300m). Esta comparação pode não ser adequada, uma vez que o critério de inclusão dos parques que foram

utilizados pela *Urban Data Platform Plus* pode diferir do que foi utilizado neste trabalho, mas revela uma discrepância face à comparação dos números do acesso e da capitação.

A Análise 2, teve como critérios uma dimensão mínima para a área dos espaços verdes, e se estes estavam (ou não) a cumprir com as funções que lhes foram alocadas de recreio e lazer. Esses critérios levaram a que os valores diminuíssem para 12% da população servida por um espaço verde a menos de 5 minutos e como capitação dos espaços verdes 14,3 m²/hab.

A terceira e última análise, a Análise 3, foi feita com o objetivo de produzir valores que pudessem ser comparados com as condições estabelecidas pela DGT, que reforça a ideia de que uma cidade com boa acessibilidade a espaços verdes tem de ter acesso a elementos pertencentes à EVP e à EVS em simultâneo. Esta análise foi a que apresentou os menores valores de acessibilidade a espaços verdes, obtendo 10% da população a menos de 5 minutos de um espaço verde. A respeito da capitação, manteve para a EVP o valor apresentado na Análise 2, de 14,3 m²/hab. Para a capitação da EVS obteve-se um valor de 6,9 m²/hab.

Tendo em conta os dados utilizados, as análises levadas a cabo sugerem que Coimbra carece de espaços verdes, seja ao nível da acessibilidade como também ao nível da capitação. O PDM de Coimbra contempla inúmeros espaços verdes que neste momento não estão a desempenhar a função a que estão destinados, mas que podem ser requalificados no sentido de aumentar a disponibilidade destes espaços em Coimbra. Atualmente são baldios ou áreas comuns onde é proibida a construção, mas que não têm nenhum planeamento estratégico, de curto ou medio prazo, voltado para a sua valorização socioeconómica nem para a adaptação e mitigação das alterações climáticas. Especificamente a Análise 1 e 2, mostram que, caso o município pretenda considerar as recomendações da DGT para a EVP, e se a dinâmica populacional se mantiver na sua tendência de decréscimo populacional, esta requalificação não precisa de passar por alterar a designação de uso do solo de outras áreas, como acontece em algumas cidades mais densamente povoadas.

Nesta dissertação foi abordada a acessibilidade a espaços verdes em meio urbano e definida uma metodologia que foi aplicada na cidade de Coimbra. As componentes de acessibilidade abordadas na definição da metodologia foram principalmente a componente de uso do solo e a de transportes. Não foi tida em conta, por exemplo, a componente individual da acessibilidade (abordada anteriormente), que pode ser estudada através da desagregação da população por género e idade, o que possibilitaria não só perceber quais as regiões geográficas, mas também quais os grupos sociais de Coimbra que estão melhor e pior servidos. Estudos futuros também podem produzir uma análise da disponibilidade de espaços verdes em função do valor do solo ou em função do coeficiente de localização (C_L), com o intuito de perceber se os imóveis mais valiosos e/ou aqueles que apresentam um valor de C_L mais elevado, são os que têm melhor acesso a espaços verdes.

O presente estudo também não teve em consideração a influência que o declive dos arruamentos tem na obtenção da velocidade média de percurso, o que levou à adoção de um valor médio de velocidade de caminhada (4,2 km/h) para todo o território. No caso de Coimbra, esta aproximação pode influenciar muito os resultados uma vez que é uma cidade que apresenta ruas

com níveis de declive apreciáveis (principalmente na região da alta de Coimbra), que contribuem para a diminuição da acessibilidade real aos espaços verdes.

Percebeu-se também que, apesar de ser mais complexa a ideia de definir diferentes tipos de espaços verdes, mediante as suas dimensões e proximidade à população, para a análise da acessibilidade e da capitação, ideia recomendada pela DGT, é uma forma indireta e expedita de incorporar no planeamento territorial os vários tipos de serviços ecossistémicos que os espaços verdes podem proporcionar às populações. Contudo, a aplicação desta diferenciação de espaços verdes, pode ser dificultada pela falta de dados que representem bem a realidade do território, que neste estudo se verificou mais na obtenção de dados para a EVS. Deste modo, deve também ser criada uma fonte de dados ou definir-se a uma metodologia que permita representar com fiabilidade a EVS de uma cidade.

Para que este estudo refletisse melhor o comportamento das pessoas que usufruem dos espaços verdes, também seria relevante perceber, principalmente de entre as áreas que foram deixadas de lado na Análise 2, quais são os espaços verdes que são utilizados pela população (com que regularidade e propósito) independentemente da dimensão. Desta forma, poder-se-ia aferir qual é a dimensão mínima que a população de Coimbra (ou outra) considera aceitável para que um espaço verde entregue as suas funções de recreio e lazer de forma adequada. Esta sugestão torna-se pertinente pelo facto da DGT recomendar 3 ha para a dimensão mínima dos EVP, enquanto outros relatórios que apresentam abordagens semelhantes, como é o caso da Natural England, sugerirem valores menores como critério de dimensão mínima.

Em Portugal, os espaços verdes ainda são vistos como uma infraestrutura marginal dos espaços urbanos, sem se perceber que estes espaços podem contribuir para o bem-estar e para a saúde de toda a população e para o combate à crise climática. Novos espaços verdes devem ser projetados, mas estes também não podem exigir muita manutenção por parte das entidades públicas nem de muitos recursos como água, solo e fertilizantes. Estes espaços devem ser feitos mediante as dinâmicas bioclimáticas das regiões onde se encontram, privilegiando a plantação de espécies autóctones, um design que regenere o solo e modelos de gestão que aproveite as potencialidades que uma maior diversidade de espécies pode oferecer. Esta mudança de paradigma necessita que as entidades públicas trabalhem em conjunto com os centros de investigação e os cidadãos organizados para que seja possível promover o desenvolvimento de estratégias, o mapeamento do território e criar mecanismos e programas de incentivo que aumentem a sensibilidade de toda a sociedade para a importância dos espaços verdes em todo o território, mas principalmente nos meios urbanos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aghabayk, K., Parishad, N., Shiwakoti, N. (2021). “Investigation on the impact of walkways slope and pedestrians physical characteristics on pedestrians normal walking and jogging speeds”. ScienceDirect. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925753520304094#s0010> [Acessado julho 2023].
- Allam, Z., Bibri, S., Chabaud, D., Moreno, C. (2022). “The Theoretical, Practical, and Technological Foundations of the 15-Minute City Model: Proximity and Its Environmental, Social and Economic Benefits for Sustainability”. *Energies*, Vol. 15, 6042.
- Ambiente Italia Instituto di Ricerche (AIIR). (2003). “European Common Indicators - Towards a Local Sustainability Profile”. Italia.
- Arai, Y., Kusakabe, T., Niwa, Y., Honma, K. (2022). “Evaluation of wheelchair accessibility in train stations using a spatial network”. *Asian Transport Studies*, Vol. 8, 100067.
- Bohannon, R.W., Andrews, A.W. (2011). “Normal walking speed: a descriptive meta-analysis”. Tabulador do INE. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031940611000307> [Acessado julho 2023].
- Braat, L., Groot, R. (2012). “The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy”. *Ecosystem Services*, Vol. 1, Issue 1, Pages 4-15.
- Business Council for Sustainable Development (BCSD). (2022). “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”. Disponível em <https://ods.pt/ods/> [Acessado maio 2023].
- Campagnaro, T., Sitzia, T., Cambria, V., Semenzato, P. (2019). “Indicators for the Planning and Management of Urban Green Spaces: A Focus on Public Areas in Padua, Italy”. *Sustainability*, Vol. 11.
- Comissão Europeia (CE). (2019a). “Commission staff working document: Guidance on a strategic framework for further supporting the deployment of EU-level green and blue infrastructure”, SWD (2019) 193. Brussels.
- Comissão Europeia (CE). (2019b). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – Pacto Ecológico Europeu (COM (2019) 640). Bruxelas.
- Comissão Europeia (CE). (2020). Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões – Estratégia de Biodiversidade da UE para 2030 – Trazer a natureza de volta às nossas vidas (COM (2020) 380). Bruxelas.

- Comissão Europeia (CE). (2020). “Factsheet: EU 2030 Biodiversity Strategy”. Disponível em https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_906 [Acessado maio 2023].
- Comissão Europeia (CE). (2022). “Nature restoration law”. Disponível em https://environment.ec.europa.eu/topics/nature-and-biodiversity/nature-restoration-law_en [Acessado maio 2023].
- Decreto Regulamentar n.º 15/2015, de 19 de agosto. (2015). Diário da República, 1.ª série - N.º 158 - 19 de agosto de 2015.
- Direção-Geral do Território (DGT). (2019). “Carta de Uso e Ocupação do Solo para 2018”. Direção-Geral do Território. Disponível em <https://www.dgterritorio.gov.pt/Carta-de-Uso-e-Ocupacao-do-Solo-para-2018> [Acessado julho 2023].
- European Biodiversity Portal. (2020). “Green infrastructure”. Disponível em <https://biodiversity.europa.eu/countries/portugal/green-infrastructure> [Acessado maio 2023].
- European Commission (EC). (2019). “Urban Data Platform Plus”. Disponível em <https://urban.jrc.ec.europa.eu/thefutureofcities/space-and-the-city#the-chapter> [Acessado junho 2023].
- European Environment Agency (EEA). (2011). “Green infrastructure and territorial cohesion: The concept of green infrastructure and its integration into policies using monitoring systems”. No. 18/2011, EEA Technical report. Copenhagen.
- Geurs, K., Wee, B. (2004). “Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions”. *Journal of Transport Geography*, Vol. 12, Issue 2, Pages 127-140.
- Handley, J., et al. (2003). “Accessible Natural Green Space Standards in Towns and Cities: A Review and Toolkit for their Implementation”. *English Nature Research Reports*, Number 526. Inglaterra.
- Heidari, B., Prideaux, V., Jack, K., & Jaber, F. (2023). “A planning framework to mitigate localized urban stormwater inlet flooding using distributed Green Stormwater Infrastructure at an urban scale: Case study of Dallas, Texas”. *Journal of Hydrology*, Vol. 621, 129538.
- Hyder, Md., & Haque, T. (2022). “Understanding the Linkages and Importance of Urban Greenspaces for Achieving Sustainable Development Goals 2030”. *Journal of Sustainable Development*, Vol. 15, No. 2.
- Hosford, K., Beirsto, J., Winters, M. (2022). “Is the 15-minute city within reach? Evaluating walking and cycling accessibility to grocery stores in Vancouver”. *ScienceDirect*. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198222000641> [Acessado julho 2023].
- Instituto Nacional de Estatística (INE). (2022). “População residente (N.º) por Local de residência à data dos Censos [2021] (NUTS - 2013), Sexo e Grupo etário (Por ciclos de vida)”.

- Tabulador do INE. Disponível em <https://tabulador.ine.pt/indicador/?id=0011609> [Acessado Julho 2023].
- Kabisch, N., Strohbach, M., Haase, D., & Kronenberg, J. (2016). “Urban green space availability in European cities”. *Ecological Indicators*, Vol. 70, 586-596.
- Le Texier, M., Schiel, K., Caruso, G. (2018). “The provision of urban green space and its accessibility: Spatial data effects in Brussels”. PubMed Central. Disponível em <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6192568/> [Acessado julho 2023].
- Magalhães, M. (1992). *ESPAÇOS VERDES URBANOS*. Lisboa: Direção-Geral do Ordenamento do Território.
- Matthews, T., Lo, A., & Byrne, J. (2015). “Reconceptualizing green infrastructure for climate change adaptation: Barriers to adoption and drivers for uptake by spatial planners”. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 138, 155-163.
- Mitchell, M., & Devisscher, T. (2022). “Strong relationships between urbanization, landscape structure, and ecosystem service multifunctionality in urban forest fragments”. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 228, 104548.
- Monteiro, R., Ferreira, J., & Antunes, P. (2022). “Green Infrastructure Planning Principles: Identification of Priorities Using Analytic Hierarchy Process”. *Sustainability*, 14, 5170.
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., & Pratlong, F. (2021). “Introducing the ‘15-Minute City’: Sustainability, Resilience and Place Identity in Future Post-Pandemic Cities”. *Smart Cities*, Vol 4, 93-111.
- Nações Unidas (NU). (2012). “The Future We Want”. RIO +20 United Nations Conference on Sustainable Development. Brasil.
- Natural England (2023). “Green Infrastructure Planning and Design Guide: Designing nature-rich, healthy, climate-resilient, and thriving places”. Reino Unido.
- ONU News. (2019). “ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050”. Disponível em <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701> [Acessado junho 2023].
- OpenStreetMap Wiki (OSM Wiki). (2020). *Green_space_access_ITO_map*. Disponível em https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Green_space_access_ITO_map [Acessado julho 2023].
- Our World in Data. (2018). “How urban is the world?”. Disponível em <https://ourworldindata.org/how-urban-is-the-world> [Acessado junho 2023].
- Páez, A., Scott, D., Morency, C. (2012). “Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators”. *Journal of Transport Geography*, Vol. 25, Pages 141-153.

- Pinto, L., Ferreira, C., Pereira, P. (2021). “Environmental and socioeconomic factors influencing the use of urban green spaces in Coimbra (Portugal)”. *Science of The Total Environment*, Vol. 792, 148293.
- Pinto L. V., Carla S. S. Ferreira, Inácio M., Pereira, P. (2022). “Urban green spaces accessibility in two European cities: Vilnius (Lithuania) and Coimbra (Portugal)”. *ScienceDirect*. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666683922000153?via%3dihub> [Acessado julho 2023].
- Programa Copernicus. (2018). *Urban Atlas*. Copernicus Land Monitoring Service. Disponível em <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas> [Acessado julho 2023].
- Programa de Desenvolvimento Rural (PDR). (2020). *Lista de Freguesias Rurais PDR 2020*. Disponível em <http://www.pdr-2020.pt/O-PDR2020/Arquitetura/Area-3-Ambiente-Eficiencia-no-Uso-dos-Recursos-e-Clima/Medida-8-Protacao-e-Reabilitacao-de-Povoamentos-Florestais/Acao-8.2-Gestao-de-Recursos-Cinegeticos-e-Aquicolas/Operacao-8.2.1-Gestao-de-Recursos-cinegeticos/Documentos-de-Suporte/Lista-de-Freguesias-Rurais-PDR-2020> [Acesso julho 2023].
- Resolução do Conselho de Ministros n.º 41/99. (1999, 17 de maio).
- Seiwert, A., Röbber, S. (2020). “Understanding the term green infrastructure: origins, rationales, semantic content and purposes as well as its relevance for application in spatial planning”. *Land Use Policy*, Vol. 97, 104785.
- Samora-Arvela, A., Ferrão, J., Panagopoulos, T., Vaz, E. (2017). “Green infrastructure, climate change and spatial planning: Learning lessons across borders”. *Journal of Spatial and Organizational Dynamics*, Vol. 5, Issue 3, 176-188.
- Schram-Bijkerk, D., Otte, P., Dirven L., Breure, A. (2018). “Indicators to support healthy urban gardening in urban management”. *Science of The Total Environment*, Vol. 621, Pages 863-871.
- Solá, A., Vilhelmson, B. (2019), “Negotiating Proximity in Sustainable Urban Planning: A Swedish Case”. *Sustainability*, Vol. 11, 31.
- Taylor, L., Hochuli, D. (2017). “Defining greenspace: Multiple uses across multiple disciplines”. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 158, Pages 25-38.
- The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Business (TEEB). (2010). Disponível em <https://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Business%20and%20Enterprise/TEEB%20for%20Business%20Report/TEEB%20for%20Business.pdf> [Acessado maio 2023].
- TIS. (2011). *Modelo de Planeamento de Transportes do Sistema de Mobilidade do Mondego: Relatório Volume 1 – Conceção e Resultados (Este Documento Tem 179 Folhas) 22-09-2011* [PDF].

Thomas, K., Littlewood, S. (2010). “From Green Belts to Green Infrastructure? The Evolution of a New Concept in the Emerging Soft Governance of Spatial Strategies”. *Planning Practice & Research*, Vol. 25, Pages 203-222.

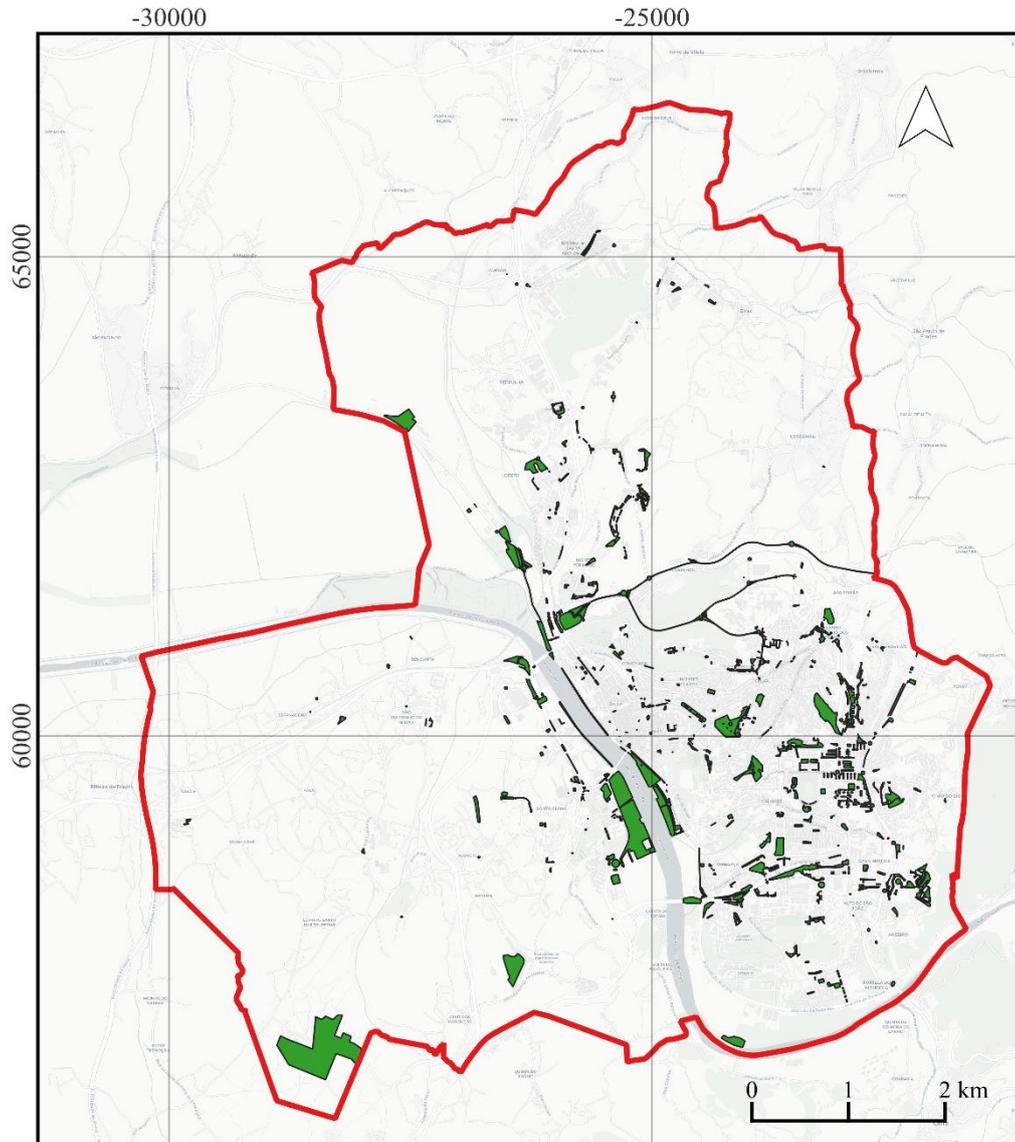
Town and Country Planning Association (TCPA). (2021). “20-Minute Neighbourhoods – Creating Healthier, Active, Prosperous Communities An Introduction for Council Planners in England”. Reino Unido.

EIT Urban Mobility Next 9 (EIT UM). (2022). “±15-Minute City: Human-centred planning in action: Mobility for more liveable urban spaces”. EIT Urban Mobility. Spain.

World Health Organization (WHO). (2017). “Espaços verdes urbanos: um manual para a ação”. Traduzido por Universidade Fernando Pessoa. Portugal.

Zhao, F., Chow, L., Li, M., Ubaka, I., Gan, A. (2003). “Forecasting Transit Walk Accessibility: Regression Model Alternative to Buffer Method”. *Transportation Research Record*, Vol. 1835, Issue 1.

ANEXO A – ESPAÇOS VERDES DA CAMADA CMC

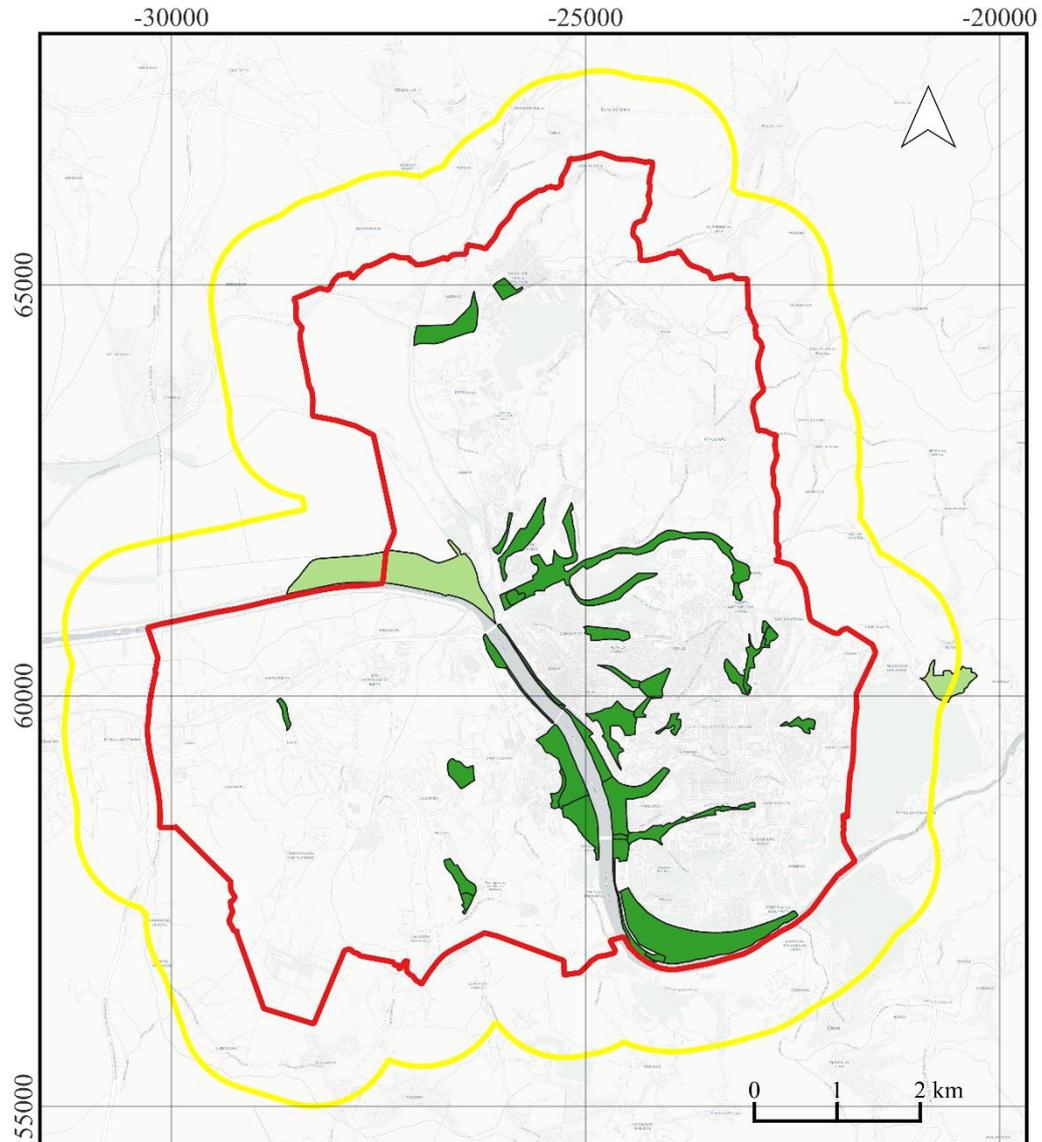


CRS: ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763)

Legenda

- Perimetro urbano
- Espaços verdes da CMC

ANEXO B – CAMADA VETORIAL DO PDM DE COIMBRA

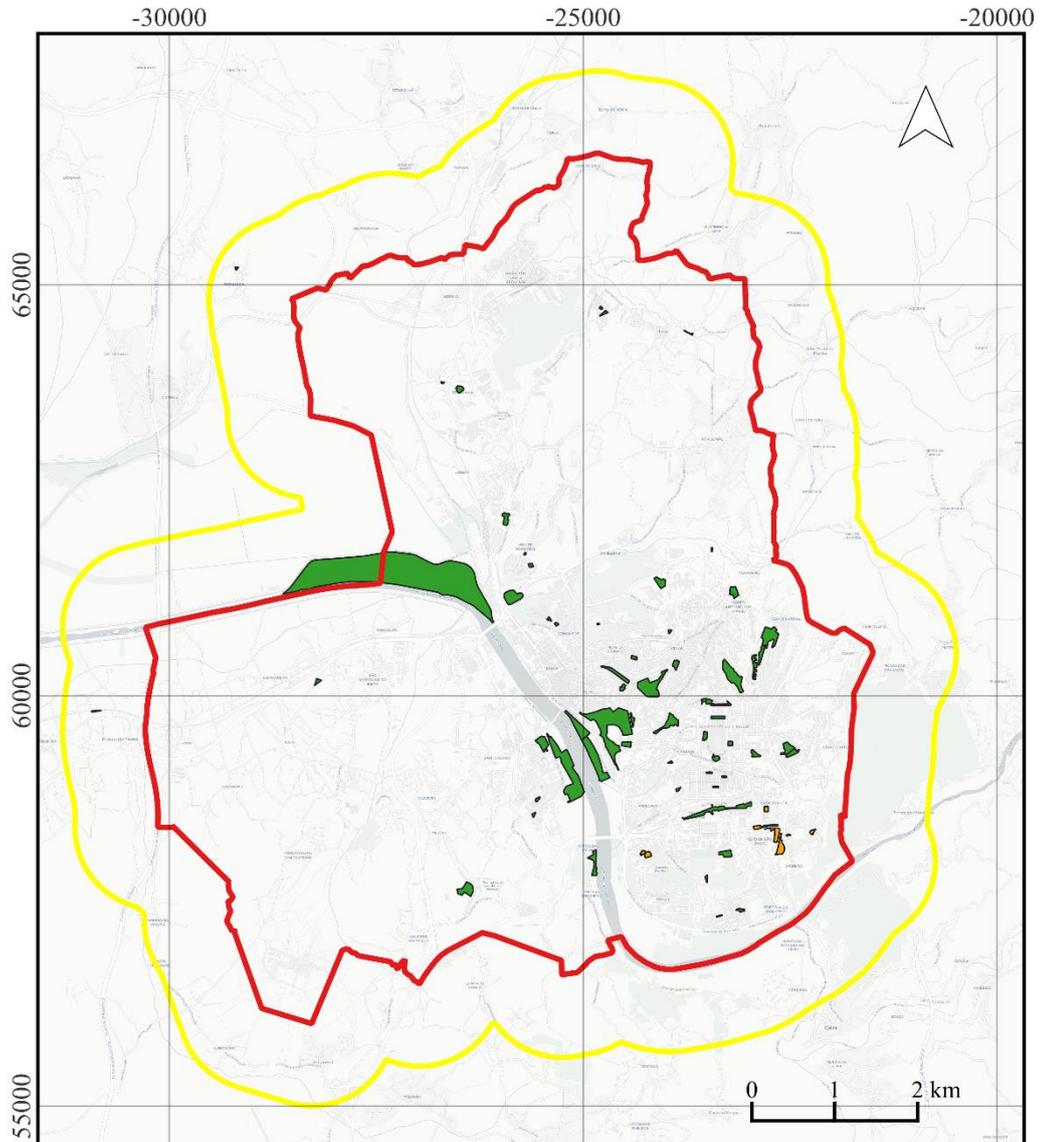


CRS: ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763)

Legenda

- Buffer de 1km
- Perimetro urbano
- Espaços verdes
 - Matas Nacionais
 - Recreio e Lazer

ANEXO C – CAMADA VETORIAL DO OSM

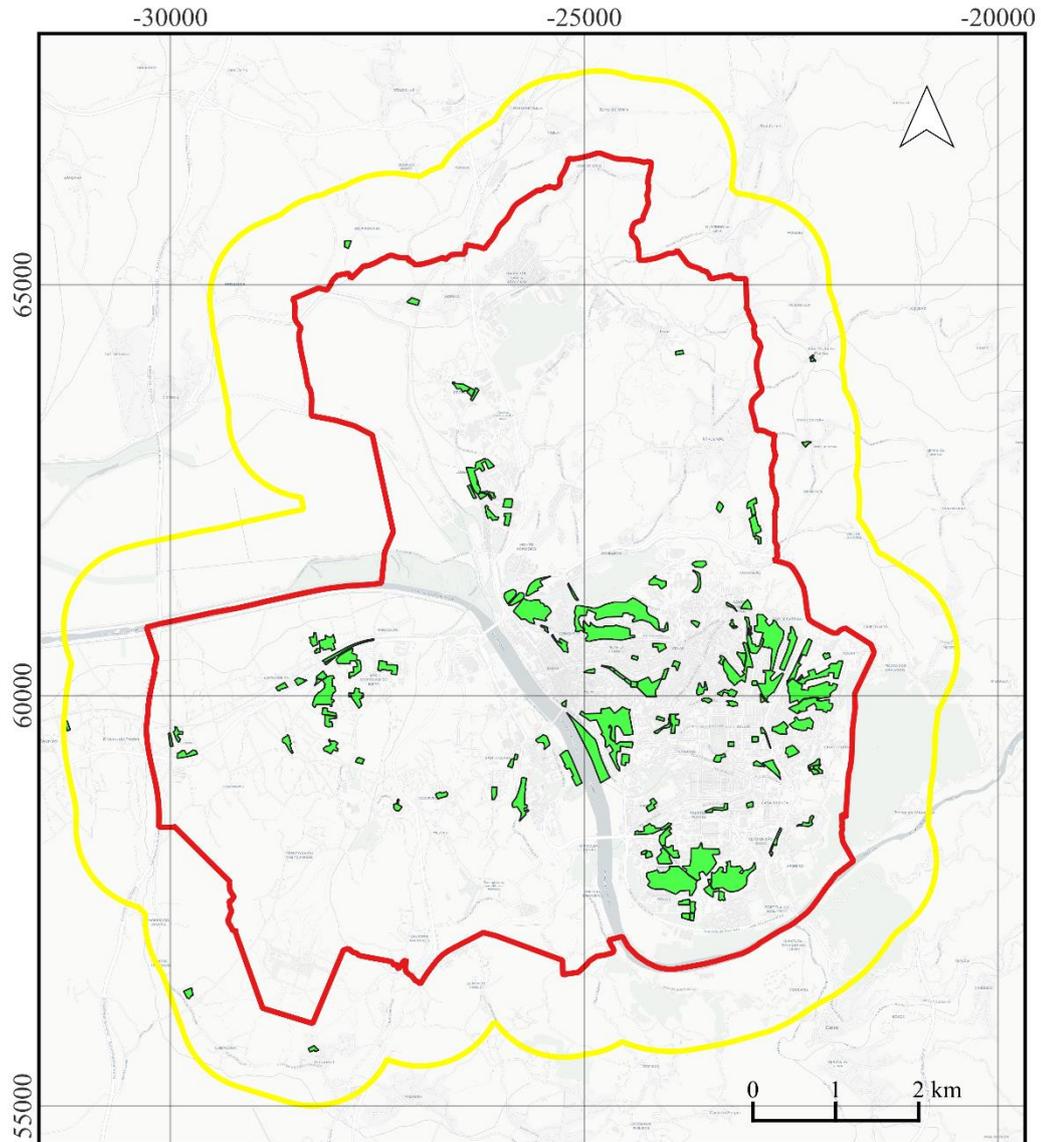


CRS: ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763)

Legenda

- Perimetro urbano
- Buffer de 1km
- Espaços verdes
- leisure = park
- landuse = village_green

ANEXO D – CAMADA VETORIAL EXTRAIDA DO URBAN ATLAS

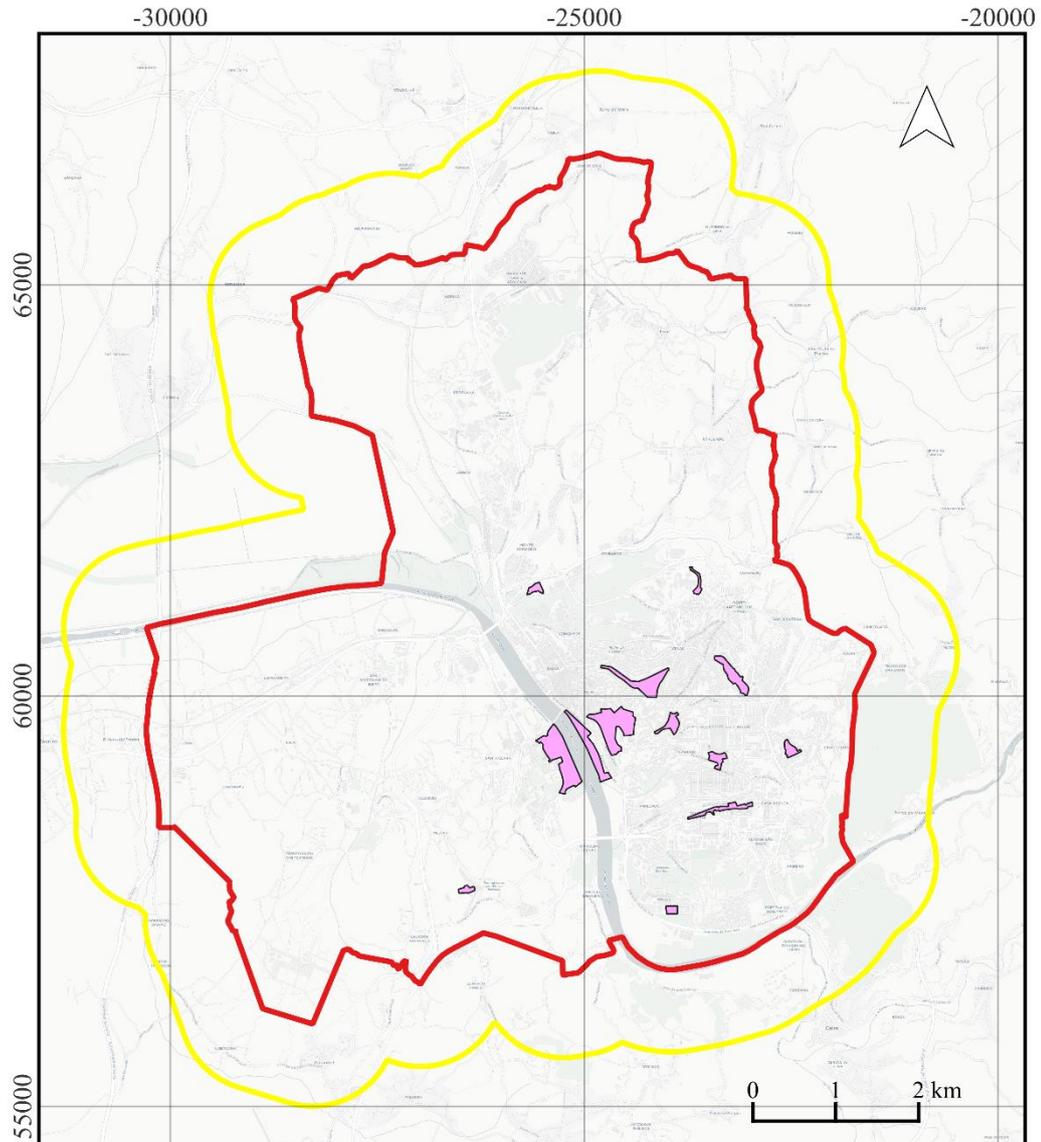


CRS: ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763)

Legenda

- Buffer de 1km
- Perimetro urbano
- Green urban areas

ANEXO E – CAMADA VETORIAL EXTRAIDA DO COS2018

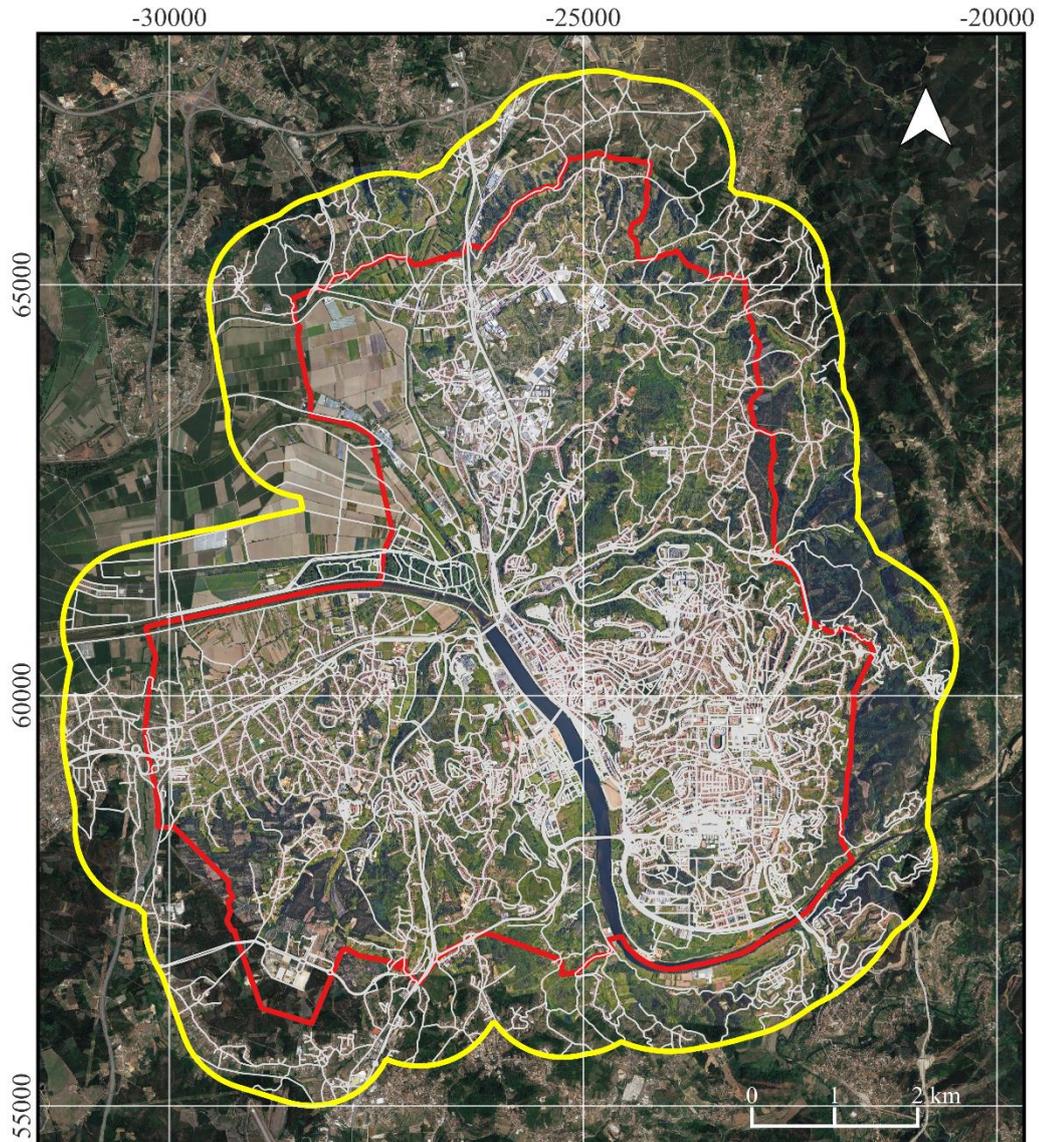


CRS: ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763)

Legenda

- Buffer de 1km
- Perimetro urbano
- Parques e Jardins

ANEXO F – REDE DE ACESSO EM BRUTO



CRS: ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763)

Legenda

- ▭ Perimetro urbano
- ▭ Buffer de 1km
- Rede de acesso em bruto

**ANEXO G – ESPAÇOS VERDES INCLUÍDOS NA ANÁLISE 1
ORDENADOS POR DIMENSÃO**

Nome	classificação	Área [ha]
Choupal	Mata Nacional	88,97
Parque Verde do Mondego (ME)	Recreio e lazer	22,43
Jardim Botânico	Recreio e lazer	16,68
Vale de Canas	Mata Nacional	16,14
Parque Dr. Manuel Braga + Parque Verde do Mondego	Recreio e lazer	9,35
Observatório	Recreio e lazer	7,45
Jardim da Sereia	Recreio e lazer	7,19
Parque do Valverde	Recreio e lazer	6,54
Jardim da Quinta de S. Jerónimo	Recreio e lazer	4,54
Parque Linear Vale das Flores	Recreio e lazer	3,9
Penedo da Saudade	Recreio e lazer	2,97