



## **Avaliação da acessibilidade aos parques urbanos de Coimbra para três modos de transporte**

**Filipe Pais**

INESCC - Instituto Nacional de Engenharia de Sistemas e Computadores

*filipejmcpais@gmail.com*

**Nuno Sousa**

Universidade Aberta

*nunosousa@dec.uc.pt*

**João Coutinho-Rodrigues**

Departamento de Engenharia Civil / FCTUC

*coutinho@dec.uc.pt*

**Eduardo Natividade-Jesus**

Departamento de Engenharia Civil / ISEC-IPC

*ednativi@isec.pt*



## **AVALIAÇÃO DA ACESSIBILIDADE AOS PARQUES URBANOS DE COIMBRA PARA TRÊS MODOS DE TRANSPORTE**

**Filipe Pais, Nuno Sousa, João Coutinho-Rodrigues, Eduardo Natividade-Jesus**

### **RESUMO**

Os parques urbanos são um dos principais equipamentos de lazer, com impacto benéfico na qualidade de vida dos habitantes das cidades. Nesta pesquisa apresenta-se um estudo de acessibilidade aos parques urbanos da cidade de Coimbra, Portugal. Foi considerado o tipo de entrada nestes espaços: ponto, múltiplos pontos ou poligonal contínuo, e três modos de transporte: pedonal, bicicleta e automóvel. A acessibilidade foi calculada de acordo com a definição clássica de acessibilidade como desutilidade e função da impedância entre origens (pontos na malha urbana) e destinos (entradas nos parques). A função de impedância escolhida foi a log-logística e os cálculos foram efetuados no sistema de informação geográfica ArcGIS. Os resultados, apresentados sob a forma de mapas de probabilidade de realização da viagem por cada um dos modos considerados, revelam que apenas as zonas mais centrais da cidade estão bem servidas pelos modos ativos.

### **1 INTRODUÇÃO**

O presente estudo pretendeu analisar a acessibilidade aos parques verdes e/ou de recreação públicos na cidade de Coimbra, Portugal. Este tipo de infraestrutura urbana é de grande importância para a saúde dos utentes. De acordo com Healthy People 2010 (U.S. Department of Health and Human Services, 2000) – citado por Kaczynski e Henderson (2007) – a presença de parques e outras instalações recreativas públicas influencia a possibilidade das pessoas em alcançarem os 30 minutos diários recomendados de atividade física de intensidade moderada. É pois importante que a cidade se encontre bem servida por este tipo de infraestrutura, com particular destaque para a acessibilidade por modos ativos (pedonal, bicicleta), uma vez que estes já implicam atividade física.

Para o cálculo da acessibilidade usou-se a definição clássica de impedância origem-destino, o que levou à criação de uma quadrícula sobre o mapa urbano, cujos centróides são as origens, e de *shapefiles* de destinos, as entradas de parques.

A acessibilidade foi calculada tendo em conta três modos de transporte: automóvel, bicicleta e modo pedonal. Foram escolhidos estes três modos porque são os mais frequentemente utilizados pelos habitantes da cidade de Coimbra, permitindo também a comparação da acessibilidade através do modo motorizado e do uso de transportes ativos na deslocação dos peões.

A impedância calculada foi modelada por uma curva log-logística porque essa é a função que melhor encaixa com a propensão real das pessoas para usar um dado modo de transporte (Hilbers e Verroen, 1993).

Para o cálculo da acessibilidade e representação geográfica dos resultados utilizou-se o sistema de informação geográfica (SIG) ESRI ArcGIS. As ferramentas gráficas SIG facilitam a identificação de áreas mal servidas, sugerindo também novos locais para colocação de infraestruturas com vista a melhorar o índice de acessibilidade (Nicholls, 2001).

## 2 METODOLOGIA

Para o cálculo da acessibilidade foi necessário definir origens, destinos e uma rede viária ligando estas duas famílias de objetos. As origens correspondem aos centróides de uma quadrícula de 50 m × 50 m cobrindo toda a cidade.

Para a representação dos destinos, foi criada uma *shapefile* poligonal contendo os parques urbanos da cidade de Coimbra. De seguida, foi criada uma *shapefile* de pontos que contém as entradas nos parques. Para os parques acessíveis ao longo de toda uma linha poligonal, essa linha foi modelada definindo-se pontos sobre ela, distanciados de 5 m. A razão para a modelação por pontos de entradas poligonais é que as ferramentas de cálculo do ArcGIS não permitem usar linhas poligonais como destinos.

Quanto à rede viária, foi utilizada uma rede já existente de outros projetos e que continha toda a informação necessária para os cálculos. Centróides a mais de 100 m da rede viária correspondem a zonas não-urbanizadas e foram retirados da análise.

Para execução dos cálculos, utilizou-se a extensão *Network Analyst* do ArcGIS. O *Network Analyst* permite múltiplos tipos de análise sobre redes de transportes, tendo sido usado o tipo de análise *Closest Facility*, que calcula a distância entre cada ponto de origem e o ponto de destino (entrada de parque) mais próximo. Esta distância foi obtida para cada centróide e adicionada à *feature class* dos centróides.

Conhecida a distância de cada centróide ao ponto de entrada do parque mais próximo, resta apenas encontrar a impedância associada a essa distância. A impedância foi calculada recorrendo à função log-logística da equação (1) abaixo

$$I = \frac{1}{1 + \exp(a + b \ln x)} \quad (1)$$

onde:

$x$ : distância de cada centróide ao ponto de entrada do parque mais próximo, em km  
 $a, b$ : parâmetros da curva, válidos apenas para distâncias em km

O valor de  $I$  é obtido para cada centroide e é o índice de acessibilidade procurado. De salientar que os valores da curva log-logística variam entre 0 e 1, pelo que são frequentemente interpretados como uma probabilidade de realização da viagem. Neste trabalho segue-se essa interpretação.

Para o modo automóvel, utilizaram-se os parâmetros  $a$  e  $b$  propostos por Geurs e Ritsema Van Eck (2001). Para o modo pedonal, esses parâmetros foram obtidos de TRB (2003), que contém curvas log-logísticas empíricas para esse modo. Escolhidos dois pontos  $(x, I)$  da curva pedonal de TRB (2003), os parâmetros  $a$  e  $b$  foram calculados invertendo a fórmula (1). Por último, considerando que o esforço metabólico para andar de bicicleta é sensivelmente o dobro do esforço para andar a pé (Jetté *et al.*, 1990), e que a velocidade em bicicleta é cerca de quatro vezes a velocidade a caminhar, concluímos que, para o mesmo esforço, o ciclista consegue percorrer o dobro da distância. Assim, para a calibração das curvas log-logísticas para a bicicleta, foram consideradas distâncias de referência que são o dobro das para o modo pedonal. Na Tabela 1 encontram-se os parâmetros encontrados desta forma.

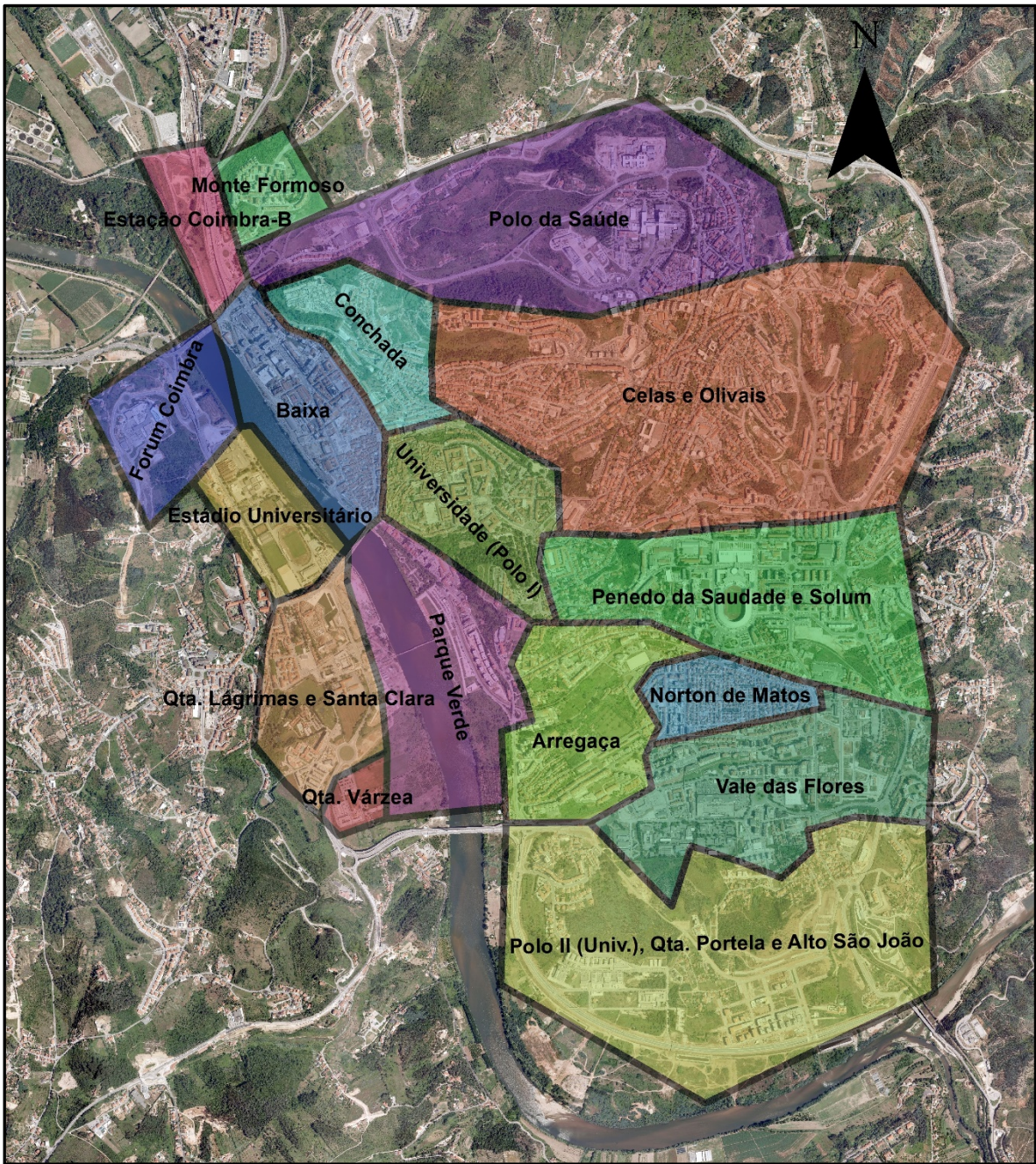
**Tabela 1 Parâmetros das curvas log-logísticas**

Modo de transporte	Automóvel	Bicicleta	Modo Pedonal
Parâmetro $a$	-5,402	1,067	2,516
Parâmetro $b$	1,671	2,090	2,090

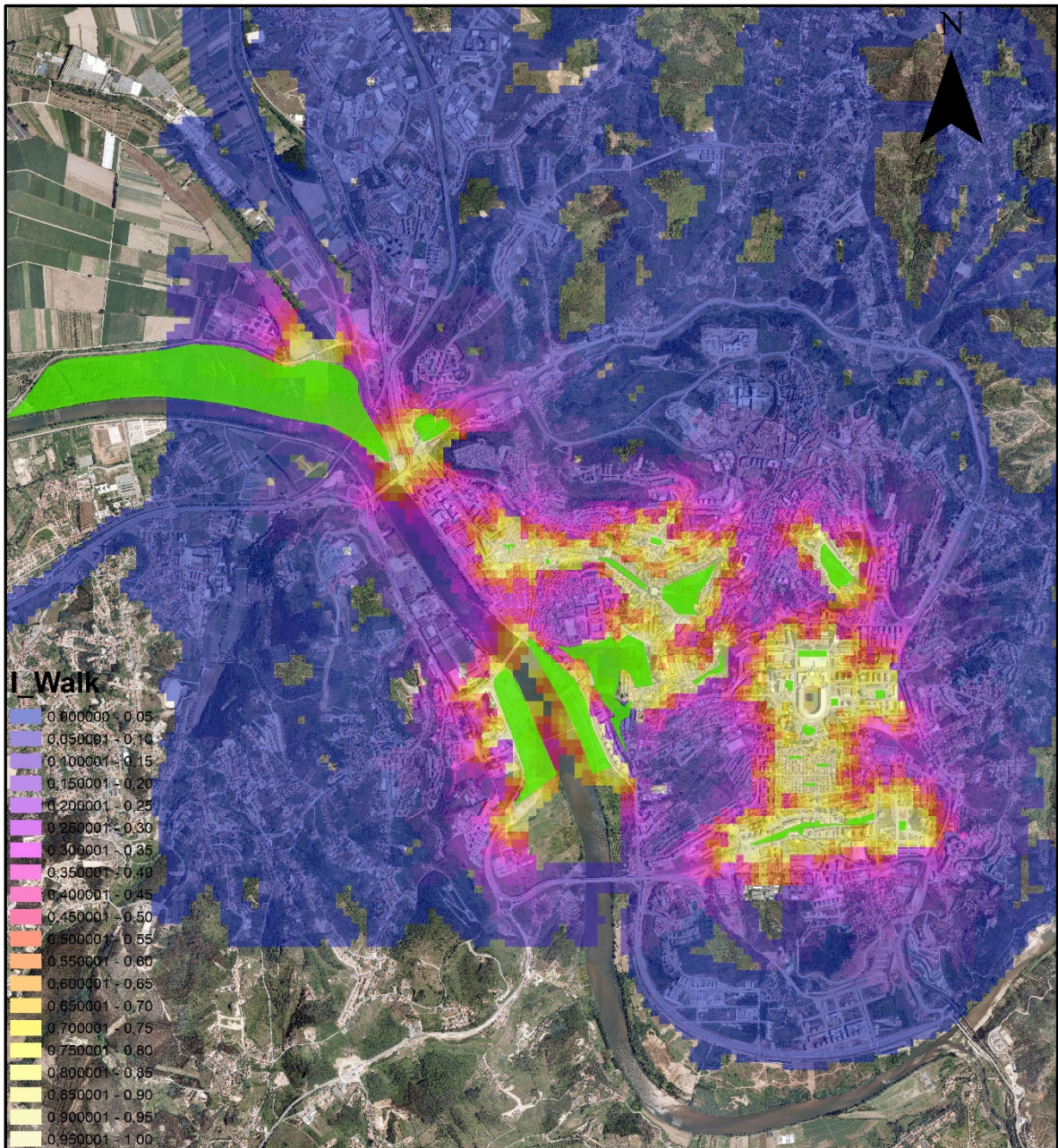
De referir que estes parâmetros dependem de vários fatores, tais como o local, a idade dos habitantes, propensões culturais, entre outros, mas para o efeito deste estudo basta obter valores de referência, dado que o essencial é analisar a cidade como um todo e encontrar zonas onde está bem ou mal servida, em termos de parques urbanos e/ou de recreação.

### 3 CASO DE ESTUDO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O mapa da Figura 1 mostra a divisão geográfica das zonas da cidade de Coimbra. As Figuras 2, 3 e 4 a seguir mostram, para cada um dos três modos de transporte estudados, o índice de acessibilidade aos parques urbanos da cidade de Coimbra (indicados a verde), interpretável como probabilidade de os utentes acederem ao parque mais próximo, pelo modo respetivo.

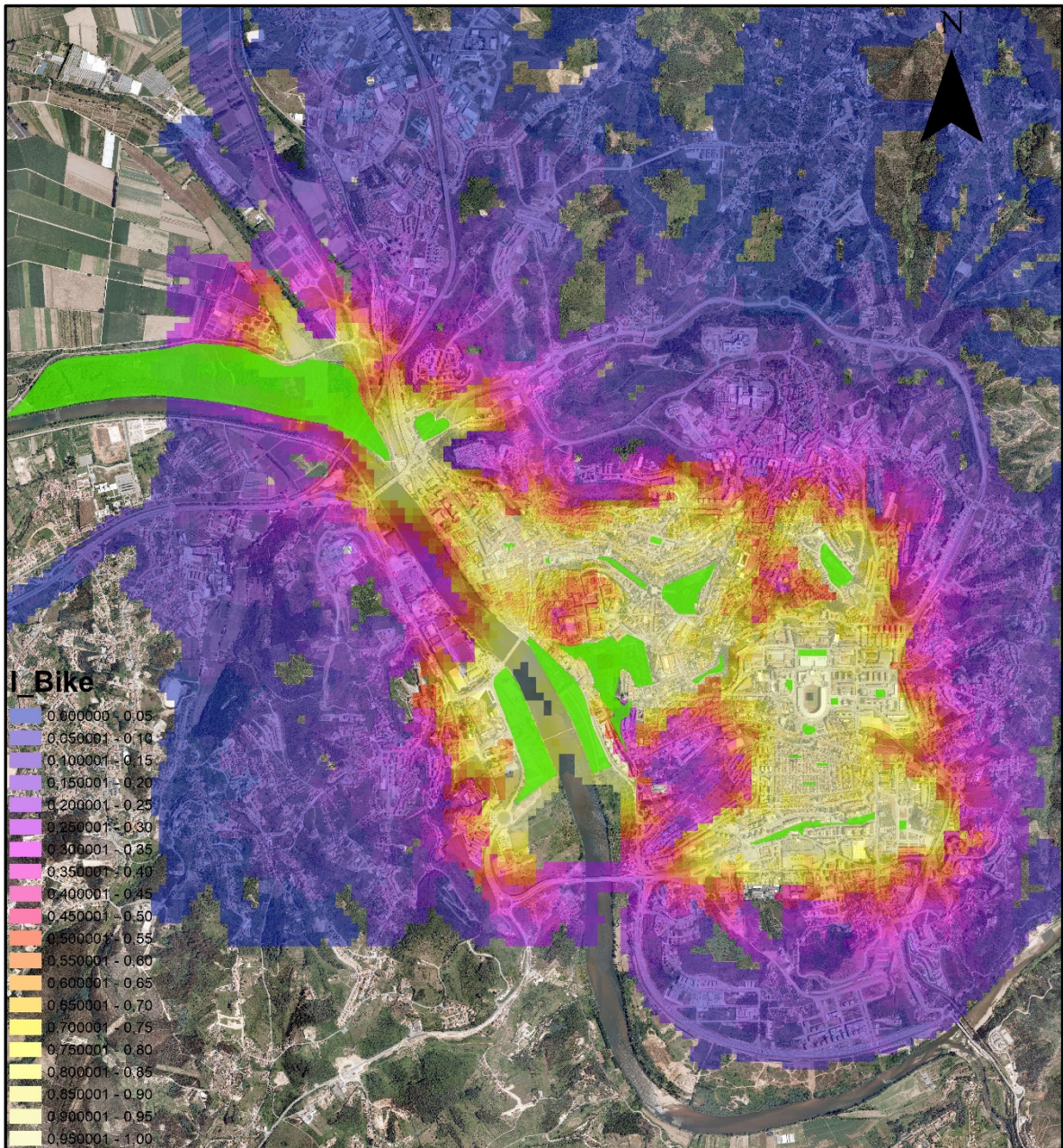


**Fig. 1** Zonamento da cidade de Coimbra adotado neste estudo



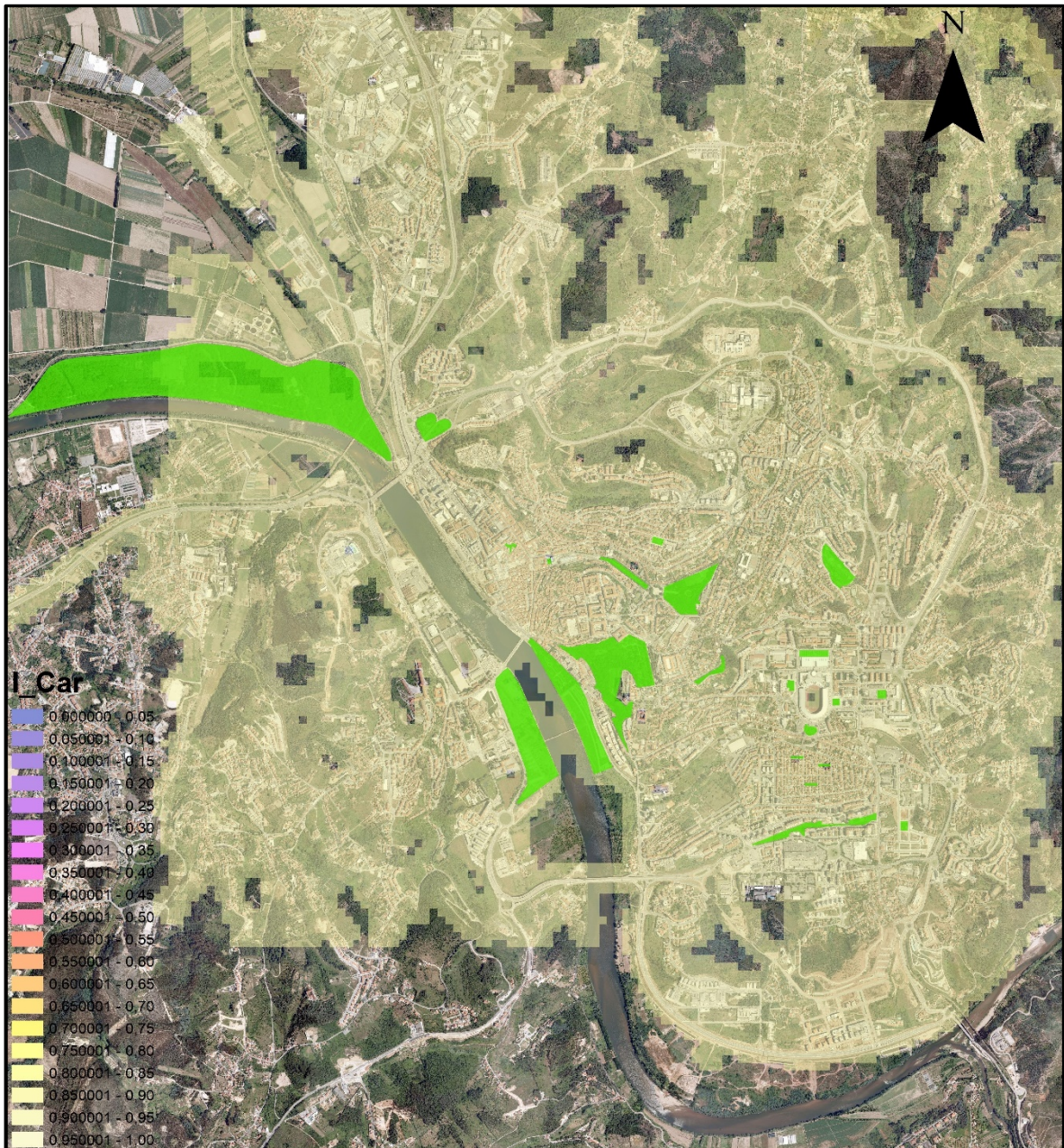
**Fig. 2 Índice de acessibilidade aos parques pelo modo pedonal**

Na Figura 2, tal como esperado, observa-se a influência da proximidade aos pontos de entrada dos parques na acessibilidade aos mesmos. Como se pode ver no mapa dessa figura, em áreas circundantes aos pontos de entrada, a acessibilidade aos parques urbanos atinge valores relativos interessantes (acima dos 65%) através do uso do modo pedonal. Verifica-se ainda nessa figura que a zona da Arregaça, Conchada, Alta (Polo I da Universidade), parte da zona de Celas e a periferia do centro da cidade, encontram-se mal servidas por este tipo de infraestrutura.



**Fig. 3 Índice de acessibilidade aos parques pelo modo bicicleta**

A Figura 3 mostra que a área colorida com valores elevados (acima dos 65%) de acessibilidade aos parques urbanos da cidade de Coimbra aumenta substancialmente quando os utentes usam a bicicleta nas suas deslocações. É apenas em zonas onde não existem estes tipos de infraestruturas (Arregaça, Conchada e ao longo da periferia da zona central da cidade) que os centróides apresentam valores mais baixos de acessibilidade.



**Fig. 4 Índice de acessibilidade aos parques pelo modo automóvel**

A Figura 4 mostra que, através do modo automóvel, os parques existentes na cidade de Coimbra estão claramente acessíveis aos utentes, incluindo aqueles que se deslocam da periferia da cidade. Todos os centróides apresentam valores de acessibilidade superiores a 84%.

Resumindo os resultados obtidos, notamos em primeiro lugar que a ausência de parques urbanos fora da zona central da cidade de Coimbra faz com que a periferia da cidade apenas tenha boa acessibilidade a estas infraestruturas através do uso do automóvel. Para as zonas mais centrais, a acessibilidade por modos ativos é moderadamente satisfatória para a bicicleta e mais restrita para o modo pedonal. Para ambos os modos, é possível verificar que a zona da Arregaça se encontra muito mal servida, pelo que é uma localização candidata à implantação de uma destas infraestruturas. O facto de se tratar de uma zona densamente povoada torna ainda mais importante essa iniciativa.

Existem também outras zonas residenciais mal servidas no que toca à acessibilidade ativa, como p.ex. o topo norte de Celas e Olivais (principalmente em modo pedonal), Conchada, a orla este da cidade e grande parte da margem esquerda do rio. Dado que os utentes acedem aos parques principalmente a partir das suas habitações, conclui-se assim que há uma fatia substancial da população cujo acesso por modo ativo aos parques se encontra bastante dificultado, sendo forçada a recorrer ao automóvel se quiser um acesso minimamente cómodo e rápido.

#### **4 CONCLUSÕES**

Neste estudo analisou-se a acessibilidade aos parques urbanos ao longo da cidade de Coimbra, Portugal, tendo em conta três modos de transporte (automóvel, bicicleta, pedonal). Como era esperado, esses parques encontram-se bastante acessíveis ao longo de toda a cidade, incluindo a zona periférica, através do uso do automóvel. Com o uso da bicicleta, os utentes que habitam fora do centro da cidade, bem como na Arregaça e Conchada, terão dificuldade em aceder a este tipo de infraestrutura. Isto sugere a criação de parques urbanos e/ou de recreação nestas zonas da cidade. Utilizando o modo pedonal como deslocação, para além das zonas já identificadas, os habitantes da Alta e de parte de Celas iriam usufruir da criação de um parque urbano nestas zonas, de acordo com a análise ao mapa da Figura 2.

A análise feita neste estudo, realizada em ambiente SIG, permitiu determinar o nível de serviço que a cidade de Coimbra oferece aos seus habitantes relativamente à existência de parques verdes e de recreação públicos, infraestruturas de importância, não só em termos paisagísticos, mas fundamentalmente para a saúde dos utentes. Permitiu também a identificação de zonas onde, do ponto de vista de quem utiliza com frequência modos ativos de transporte, seria adequada a criação de novas instalações, possibilitando que as entidades responsáveis pelos serviços de lazer funcionem de forma mais eficaz e, em última instância, proporcionar melhores níveis de serviço ao público.

#### **Agradecimentos**

Trabalho parcialmente financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, sob a ref.<sup>a</sup> PEst-OE/EEI/UI308/2014, e pela iniciativa Energy for Sustainability da Universidade de Coimbra, apoiada pelo projeto Energy and Mobility for Sustainable Regions (EMSURE), sob a ref.<sup>a</sup> CENTRO-07-0224-FEDER- 002004.

#### **5 REFERÊNCIAS**

Geurs, K. e Ritsema Van Eck, J. (2001) Accessibility Measures: Review and Applications, RIVM Report 408505006, National Institute of Public Health and Environment, Bilthoven. <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/408505006.pdf> (recuperado 02/07/2018)

Hilbers, H.D. e Verroen, E.J. (1993) Measuring Accessibility, a Key Factor for Successful Transport and Land-Use Planning Strategies, International Transport Forum, 363, 25-36. <https://trid.trb.org/view/1169711> (recuperado 02/07/2018)

Jetté, M., Sidney, K. e Blumchen, G. (1990) Metabolic Equivalents (mets) in Exercise Testing, Exercise Prescription, and Evaluation of Functional Capacity, Clinical

Cardiology, 13(8), 555-565. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2204507> (recuperado 02/07/2018)

Kaczynski, A.T. e Henderson, K.A. (2007) Environmental Correlates of Physical Activity: A Review of Evidence about Parks and Recreation, Leisure Sciences, 29(4), 315-354. <http://doi.org/10.1080/01490400701394865>

Nicholls, S. (2001) Measuring The Accessibility and Equity of Public Parks: a Case Study Using GIS, Managing Leisure, 6(4), 201-219. <https://doi.org/10.1080/13606710110084651>

TRB (Transportation Research Board) (2003) Transit Capacity and Quality of Service Manual, 2nd Edition. <http://doi.org/10.17226/24766>

U.S. Department of Health and Human Services (2000) Healthy People 2010: Understanding and improving health. Washington, D.C: U.S. Government Printing Office. <https://www.healthypeople.gov/2010/document/pdf/uih/2010uih.pdf> (recuperado 02/07/2018)