



Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica na otimização dos locais de estacionamento do serviço scooter sharing na cidade de Faro (Portugal) *Application of Geographic Information Systems in optimise the parking spots facilities of scooter sharing service in Faro (Portugal)*

Fernando Miguel Granja Martins¹, Helena Maria Fernandez¹

¹ CinTurs-Centro de Investigação em Turismo, Sustentabilidade e Bem-estar, Universidade do Algarve, Portugal

Contato: hfernand@ualg.pt

Palavras-Chave

trotinetes
mobilidade
ambiente
análise de redes
location-allocation

RESUMO

Em 2019, o município de Faro aderiu ao conceito de mobilidade partilhada rumando a um futuro mais verde. Entre várias ações amigas do ambiente foram celebrados contratos com diversas operadoras privadas de aluguel de trotinetes elétricas para implementar uma rede que conectasse com os diversos sistemas de transporte existentes na cidade. Este sistema de partilha das trotinetes elétricas como uma nova forma de mobilidade para curtas distâncias teve uma forte adesão pela comunidade. Estes veículos podem ser estacionados em qualquer lugar sendo necessário efetuar a recolha, o carregamento e a sua distribuição em vários pontos da cidade. Com o aumento do uso de trotinetes, verificou-se uma desordem e uma falta de preocupação por parte dos usuários no estacionamento destes veículos, nomeadamente, o abandono no meio dos passeios e estrada, junto ao acesso dos prédios, encostados aos carros estacionados, caídos no chão, entre outros. Tal fato, compromete a mobilidade dos idosos, deficientes visuais e de pessoas com mobilidade reduzida. Este artigo tem como objetivo propor a localização de pontos obrigatórios de estacionamento das trotinetes, maximizando a cobertura de toda a cidade e minimizando a distância destes pontos aos destinos pretendidos pelos usuários, por meio da análise de redes em Sistemas de Informação Geográfica, nomeadamente, a análise Location-Allocation da extensão Network Analyst do ArcGis. Dos resultados obtidos, a distância média de 122m entre o ponto de entrega e o destino do usuário foi a solução mais otimizada, obtendo-se 75 locais de estacionamento.

Key-word

e-scooters
mobility
environment
network analysis
location-allocation

ABSTRACT

In 2019 Faro municipality accepted the concept of shared mobility heading towards a greener future. Between several environmentally friendly actions, contracts were signed with several private electric scooter rental operators to implement a network that would connect with existing transport systems in the city. This system of electric scooters sharing as a new form of mobility for short distances had a strong acceptance by the community. These vehicles can be parked anywhere and need to be collected, charged, and distributed at various points in the city. With the increase in the use of scooters, there has been a disorder and a lack of concern on the part of users in the parking of these vehicles, namely, the abandonment in the middle of the pavements and road, near the access to buildings, leaning against parked cars, falling to the ground, among others. Such fact has been compromising the mobility of the elderly, the blind and people with reduced mobility. This paper aims to propose the location of mandatory parking points of the scooters, maximizing the coverage of the whole city and minimizing the distance of these points to the destinations intended by users, applying the network analysis in Geographic Information Systems, namely, the Location-Allocation analysis from Network Analyst extension of ArcGis. According to the results obtained, the average distance of 122m between the point of delivery and the user's destination was the most optimized solution, obtaining it 75 parking spots.

Informações do artigo

Recebido: 22 de julho, 2022
Aceito: 24 de novembro, 2022
Publicado: 30 de dezembro, 2022

Introdução

A mobilidade urbana tem sido um desafio permanente para a investigação e para os *stakeholders*, no que concerne à problemática da sustentabilidade e das emissões de CO₂. A necessidade de reduzir o tráfego de veículos movidos a combustíveis fósseis, tem contribuído para a promoção de serviços de micro mobilidade nas cidades, isto é, o aluguel de veículos ligeiros, por vezes elétricos, que operem a baixa velocidade em percursos curtos. Neste contexto, as *scooters* elétricas (*e-scooters*) representam uma alternativa sustentável e barata para reduzir o número de viagens de veículos privados e, consequentemente, o tráfego (CIOCIOLA et al., 2020).

Recentemente, com a pandemia gerada pelo coronavírus e as restrições impostas à circulação, a sua utilização tornou-se uma alternativa aos transportes públicos para distâncias não muito longas. No entanto, não existe a preocupação do uso de máscara e do distanciamento social (DIAS et al., 2021).

As *e-scooters* estão entre os meios de micro mobilidade elétrica de crescimento mais rápido e bastante procurado pelos mais jovens (BIELINSKI e WAZNA, 2020; CHRISTOFOROU et al., 2021). O número de empresas que oferecem *e-scooters* para alugar e o número de cidades onde o serviço está disponível continuam a crescer (BROWN et al., 2020).

Em Portugal, cidades como Lisboa, Porto, onde a densidade populacional é elevada, várias são as operadoras que prestam este serviço. Cidades de médio porte, como Coimbra e Braga, também têm sido apelativas ao uso das *e-scooters* por serem as maiores capitais de distrito, e cidades universitárias, cuja população jovem está fortemente representada. Cidades de pequeno porte - como Faro, Figueira da Foz e Portimão - também tem sido alvo de interesse destas empresas, por serem cidades costeiras, com orografia plana e onde o turismo tem um peso elevado (FERRÃO, 2020).

Associado ao uso destes meios de micro mobilidade elétrica, surgem diversos problemas, a saber: atos de vandalismo, acidentes, má utilização, desrespeito pelos condutores e peões, a não utilização de capacete, realocização, carregamento e estacionamento indevido (REJALI et al., 2021). A confusão nos passeios aumentou significativamente devido ao estacionamento indevido das *e-scooters* em muitas cidades (LEKACH, 2018).

Hern (2018) escreveu no Guardian que, em Londres, os pais chegam a ter que ir para a estrada com os carros dos bebês para contornar os veículos de micro mobilidade e em Los Angeles as pessoas em cadeiras de rodas ficam bloqueadas nos passeios.

Na cidade de Lisboa também há preocupação de minimizar o caos que se tem assistido no uso destes veículos. Claudino (2022), refere no artigo da CNN Portugal, que o mau estacionamento, em particular, nos lugares destinados para deficientes e nos acessos aos edifícios, tem provocado, incômodos e perigos para pessoas com mobilidade reduzida, cegos e amblíopes. Diante deste cenário, o presidente do município pretende lançar uma proposta de estacionamento obrigatório e quotas máximas.

Na cidade de Faro tem sido notório a desordem e a falta de preocupação por parte dos usuários no estacionamento das *e-scooters*, nomeadamente, o abandono no meio dos passeios e estrada, junto ao acesso dos prédios, encostados aos carros estacionados, caídos no chão, entre outros (Figura 1).

Figura 1. Desordem no estacionamento das e-scooters, na cidade de Faro.



Fonte: Autores (2022)

Numa tentativa de combater o mau estacionamento das *e-scooters*, propõe-se neste trabalho de investigação, com base numa análise de otimização de distâncias, encontrar locais pré-definidos de estacionamento de modo a evitar constrangimentos à população. Desta forma o usuário não poderá estacionar o seu veículo em qualquer lugar e terá que procurar um local de estacionamento mais próximo do seu destino.

Material e Métodos

A cidade Faro é a capital do Algarve (sul de Portugal) limitada pelas coordenadas geodésicas WGS84 37°02.8'N a 37°00.1'N e 07°59.3'W a 07°54.7'W (Figura 2). De acordo com a classificação de Köppen Geiger, o clima é Csa (clima mediterrânico de verões secos e quentes). A temperatura média é de 18° e a precipitação média de 499 mm, com cerca de 3428,54h de sol ao longo do ano (CLIMATE-DATA.ORG, 2022). A orografia da cidade é praticamente plana com cota média de 20m.

De acordo com os Censos 2021 (PORDATA, 2022), Faro possui 67650 habitantes, sendo que no verão - devido ao turismo - a população aumenta consideravelmente para o triplo. Além do turismo, Faro tem a universidade do Algarve com dois *campus*, sendo a *e-scooter* um transporte muito utilizado pelos jovens para se deslocarem entre os dois polos.

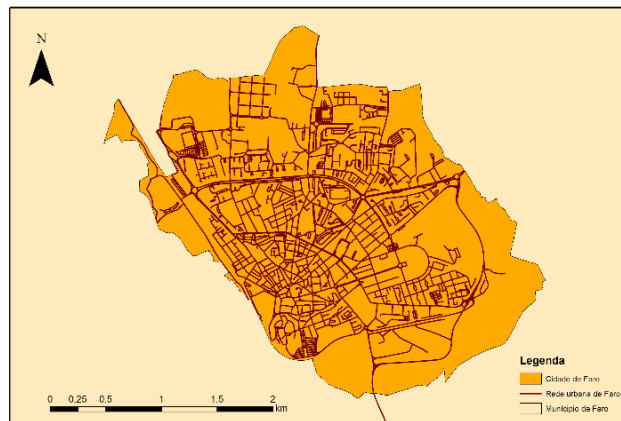
Neste contexto, a Camara Municipal de Faro apostou num futuro mais verde, sendo a primeira cidade da península Ibérica a subscrever o acordo “Mobilidade partilhada para cidades humanas” (CMF, 2022).

Figura 2. Cidade de Faro (Algarve, Portugal)



Fonte: Autores (2022)

Figura 3. Área de Estudo. Rede viária urbana de Faro.



Fonte: Autores (2022)

Este instrumento que norteia a mobilidade sustentável nas cidades baseia-se em dez princípios: (1) Planejar as cidades e a mobilidade juntas; (2) Focar em mover pessoas, não carros; (3) Encorajar o uso eficiente do solo e da infraestrutura; (4) Engajar partes interessadas na tomada de decisões; (5) Projetar com acesso para todos; (6) Evoluir rumo à emissão zero; (7) Cobrar tarifas justas; (8) Gerar benefícios públicos via dados abertos; (9) Promover a integração e a conectividade dos modos de transporte; e (10) Promover a operação compartilhada de veículos autônomos (SMPLC 2022). Em 2019, foram celebrados contratos com entidades privadas para implementação da *scooter sharing* na cidade (CMF, 2022).

Para minimizar o problema inerente ao estacionamento das *e-scooters*, foi proposto a definição dos melhores locais de entrega obrigatória, considerando afastamentos máximos de 100m dos usuários.

Através do plugin *OpenStreetMap* do *QGIS 3.26* foram obtidas as vias de comunicação do município de Faro e convertidas numa *shapefile*. A informação obtida foi georreferenciada para o sistema de coordenadas ETRS89-TM06, com base no ortofotomapa do *Bing Maps*. As vias de comunicação foram limitadas pela zona urbana de Faro definida pela Base Geográfica de Referenciamento de Informação (BGRI) do Censo de 2021 (Figura 3).

A partir de visitas de campo foram diferenciadas as vias de sentido único e as de duplo sentido. Em ambiente *ArcGis*, a *shapefile* das vias urbanas de Faro foi convertida numa *Feature Class*. Na tabela de atributos foram definidos dois novos atributos, sentido nó inicial-nó final e sentido nó final-nó inicial. No caso em que o sentido não for permitido, o atributo recebe o valor -1; caso contrário, é preenchido com o valor da distância da aresta da via. Foi definida uma *Network Dataset* com os seguintes critérios: (i) não existência de *turns*; (ii) não inclusão do modelo digital de elevações; (iii) comprimento das vias, em metros, como função custo; e (iv) direções *From-To* e *To-From* associados aos atributos sentido nó inicial-nó final e sentido nó final-nó inicial, respetivamente.

Para implementar os melhores locais de entrega das *e-scooters* foi utilizada a ferramenta de análise *Location-Allocation* da extensão *Network Analyst* do *ArcMap 10.8*. Foi utilizado o algoritmo *Minimize Facilities* que elege o número mínimo de locais de estacionamento necessários para cobrir toda a área, dentro de uma distância máxima de corte. Para o efeito, foram consideradas como localizações de destino dos usuários (*Demand Points*) os nós da rede viária e os potenciais pontos de entrega (*Facilities*) os pontos médios ou centróides dos arcos da rede. Não foram consideradas linhas nem pontos de barreira. Na seleção do conjunto de *Facilities* foram consideradas distância de corte de 100m, 200m e 300 m.

Resultados e Discussões

A Figura 4 mostra a *Network Dataset* da cidade de Faro com um comprimento total de 143km, da qual fazem parte 2095 nós (*Demand Points*), 2912 arcos com comprimento médio de 49m e 2912 centróides (*Facilities*).

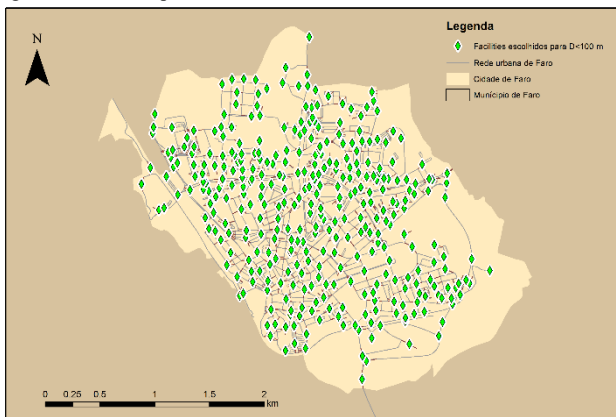
Figura 4. *Network Dataset*.



Fonte: Autores (2022)

As Figuras 5 a 7 mostram os *Facilities* para as distâncias de corte de 100m, 200m e 300m.

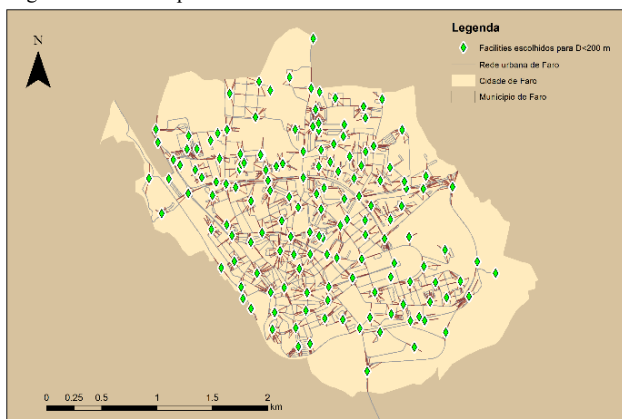
Figura 5. *Facilities* para uma distância de corte de 100m.



Fonte: Autores (2022)

Para uma distância de corte de 100m foram eleitas 352 possíveis locais de entrega das *e-scooters*. A distância média dos *Facilities* aos *Demand Points* é de cerca de 40m. De acordo com os resultados obtidos contata-se que esta solução não é viável devido ao número elevado de pontos de estacionamento numa cidade em que o comprimento médio das vias é de 49m. A título de exemplo, na cidade da Figueira da Foz, também de porte pequeno, o município fez uma previsão de implementar no máximo 50 locais de estacionamento (CMFF,2019). Para uma distância de corte de 200m foram eleitos 149 possíveis locais de entrega das *e-scooters*. A distância média dos *Facilities* aos *Demand Points* é de cerca de 80m. Nesta solução o número máximo de *Demand Points* atribuídos a um *Facilities* é 40, enquanto o número mínimo é de 1. Cerca de 49 *Facilities* tem atribuído um número de *Demand Points* inferior a 10. Esta solução mostra ser exequível nas características da cidade se forem retirados os *Facilities* com menos de 10 *Demand Points* atribuídos.

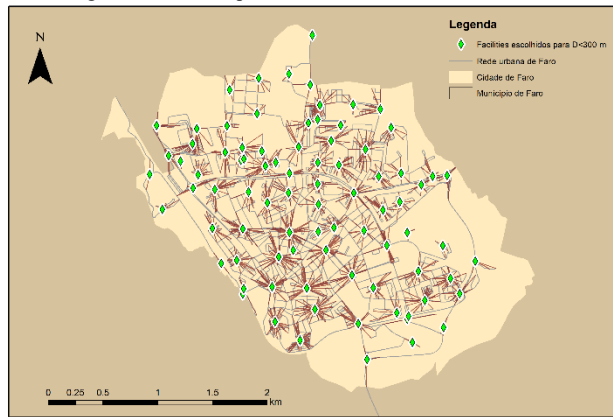
Figura 6. *Facilities* para uma distância de corte de 200m.



Fonte: Autores (2022)

Este resultado está também em conformidade com o estudo realizado em 2021 nas cidades de Oslo e Trondheim, em que mostram que os usuários estão dispostos a caminhar apenas 1 a 2 minutos para estacionar em um local dedicado (KARLSEN et al., 2021). Dado que a velocidade confortável de andar é da ordem de 1,0 m/s, 80 m de distância equivale a um percurso a pé de 1,3 minutos.

Figura 7. *Facilities* para uma distância de corte de 300m.



Fonte: Autores (2022)

Para uma distância de corte de 300m foram eleitos 82 possíveis locais de entrega das *e-scooters*. A distância média dos *Facilities* aos *Demand Points* é de cerca de 122m. Verificou-se que nesta solução o número máximo de *Demand Points* atribuídos a um *Facilities* é 91, enquanto o número mínimo é de 2. Apenas 7 *Facilities* tem atribuído um número de *Demand Points* inferior a 10. Nesta solução também aceitável, deveriam ser retirados os 7 *Facilities*. Esta solução enquadra-se no estudo Karlsen et al. (2021) uma vez que os usuários caminham 2.0 minutos para se deslocarem 122m. Trata-se de uma proposta mais benéfica economicamente para os gestores da cidade, porque apenas são disponibilizados 75 pontos de estacionamento face aos 100 pontos definidos na solução anterior. Nestes locais de entrega poderiam existir plataformas de carregamento universal, tal como já existe em muitas cidades do mundo (LONA, 2021).

Conclusão

Neste estudo, foram utilizados modelos de localização SIG para encontrar os melhores locais para estacionamento de veículos do sistema de micro mobilidade. Os resultados mostram que os modelos obtidos permitem obter uma gestão eficiente quanto aos locais de implementação dos pontos de entrega das *e-scooters* minimizando o problema do mau estacionamento. Com 100m de distância de corte foram selecionados 352 possíveis locais de estacionamento, valor muito elevado para uma cidade de pequeno porte. Para uma distância de 200m de corte, foram eleitos 149 locais, contudo sugere-se eliminar 49 desses locais, uma vez que estes têm alocações de *Demand Points* inferiores a 10. Esta solução apresenta uma distância média 80 m entre os *Facilities* aos *Demand Points*, equivalente a um percurso de 1,3 minutos a pé. Com 300m de distância de corte foram definidos 82 possíveis locais, sendo necessário eliminar apenas 7, resultando 75 locais. Pela análise dos *outputs*, a solução dos 300m é a melhor, dado que tem uma distância média de 122m, correspondente a 2.0 minutos a caminhar a pé, entre o ponto de entrega e o destino do usuário, mas com um custo de implementação mais baixo (menos 25 estacionamentos).

A metodologia proposta pode ser interessante para os *stakeholders* de mobilidade urbana, que enfrentam o desafio de antecipar o impacto dos novos serviços de

micro mobilidade nos centros urbanos. Portanto, na busca de minimizar problemas e conflitos no estacionamento, deve ser criada legislação nacional e políticas municipais, ações de regulamentação, campanhas de sensibilização ou descontos na próxima utilização, caso o utilizador estacione o veículo no local adequado.

Agradecimentos

Este artigo é financiado por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto UIDB/04020/2020.

Referências

- BIELINSKI, T.; WAZNA, A. Electric scooter sharing and bike sharing user behaviour and characteristics. *Sustainability*, v12, n.22, 9640, 2020. 13p.
- BROWN, A.E.; KLEIN, N.J.; THIGPEN, C.; WILLIAMS, N. Impeding access: The frequency and characteristics of improper scooter, bike, and car parking. *Transportation research interdisciplinary perspectives*. v4, 100099, 2020. 11p.
- CHRISTOFOROU, Z.; DE BORTOLI, A., GIOLDASIS, C.; SEIDOWSKY, R.. Who is using e-scooters and how? Evidence from Paris. *Transportation research part D: transport and environment*, V92, 102708., 2021, 15p.
- CIOCIOLA, A.; COCCA, M.; GIORDANO, D.; VASSIO, L.; MELLIA, M. E-scooter sharing: leveraging open data for system design. In: 2020 IEEE/ACM 24th International Symposium on Distributed Simulation and Real Time Applications (DS-RT), p. 1-8, 2020.
- CLAUDINO, H.M. Estacionamento obrigatório, quotas máximas e fim do "caos visual": Carlos Moedas quer apertar regras para quem anda de trotinetes e bicicletas partilhadas. 2022. Disponível em: <https://cnnportugal.iol.pt/trotinetes/bicicletas/estacionamento-obrigatorio-quotas-maximas-e-fim-do-caos-visual-carlos-moedas-quer-apertar-regras-para-quem-anda-de-trotinetes-e-bicicletas-partilhadas/20220629/62bb71df0cf2f9a86eab30de>. Acesso em: 21 de julho 2022.
- CLIMATE-DATA.ORG. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/europa/portugal/faro/faro-142/>. Acesso em: 19 de julho 2022.
- CMF – Câmara Municipal de Faro. Disponível em: <https://www.cm-faro.pt/pt/menu/1191/mobilidade-partilhada--trotinetes.aspx>. Acesso em: 9 de setembro 2022
- CMFF - Câmara Municipal da Figueira da Foz. Disponível em: https://www.cm-figfoz.pt/pages/1010?news_id=592. Acesso em: 12 de setembro 2022
- DIAS, G.; ARSENIO, E.; RIBEIRO, P. The role of shared E-Scooter systems in urban sustainability and resilience during the COVID-19 mobility restrictions. *Sustainability*, v13, n.13, 7084, 2021, 19p.
- FERRÃO, A.F.T. **O papel da micro-mobilidade nos transportes urbanos do futuro**. 2020. 80f. Dissertação de doutoramento - Universidade de Coimbra, 2020.
- HERN, A. The guardian. The future will be dockless: could a city really run on 'floating transport'? 2018. Disponível em: <https://www.theguardian.com/cities/2018/jul/11/future-dockless-city-really-run-floating-transport-apps-scooters-bikes>. Acesso em: 21 de julho 2022.
- KARLSEN, K., JOHNSSON, E., FYHRI, A., POKOMY, P. Parking solutions for shared e-scooters. 4887, 2021. 108p. Disponível em: <https://www.toi.no/getfile.php?mmfileid=55176>. Acesso em: 12 de setembro 2022
- LEKACH, S. Mashable. E-scooters aren't getting stolen, the real issue is sidewalk litter. 2018. Disponível em: <https://mashable.com/2018/04/17/electric-scooters-sidewalk-litter/?europa=true>. Acesso em: 21 de julho 2022.
- LONA, B.A.C. **Novos modos de transporte nas cidades, e-scooters partilhadas no Porto e estação de carregamento**. 2021. 172f. Dissertação de mestrado - Universidade do Porto, 2021.
- PORDATA. Estatísticas sobre Portugal e Europa. Disponível em: <https://www.pordata.pt/Municipios/Popula%C3%A7%C3%A3o+residente+segundo+os+Censos+total+e+por+grandes+grupos+et%C3%A1rios-22>. Acesso em: 19 de julho 2022.
- REJALI, S.; AGHABAYK, K.; MOHAMMADI, A.; SHIWAKOTI, N. Assessing a priori acceptance of shared dockless e-scooters in Iran. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 100, 103042, 2021. 18p.
- SMPLC – Shared Mobility Principles for Livable Cities. Disponível em: <https://www.sharedmobilityprinciples.org/>. Acesso em: 9 de setembro 2022.