

WORKSHOP

SUSTENTABILIDADE E INCLUSÃO SOCIAL NA GESTÃO DE TRANSPORTES PÚBLICOS:

TÉCNICAS DE APOIO À DECISÃO

1 4 D E D E Z E M B R O D E 2 0 2 1

FCT
Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia

COMPETE
2020

PORTUGAL
2020



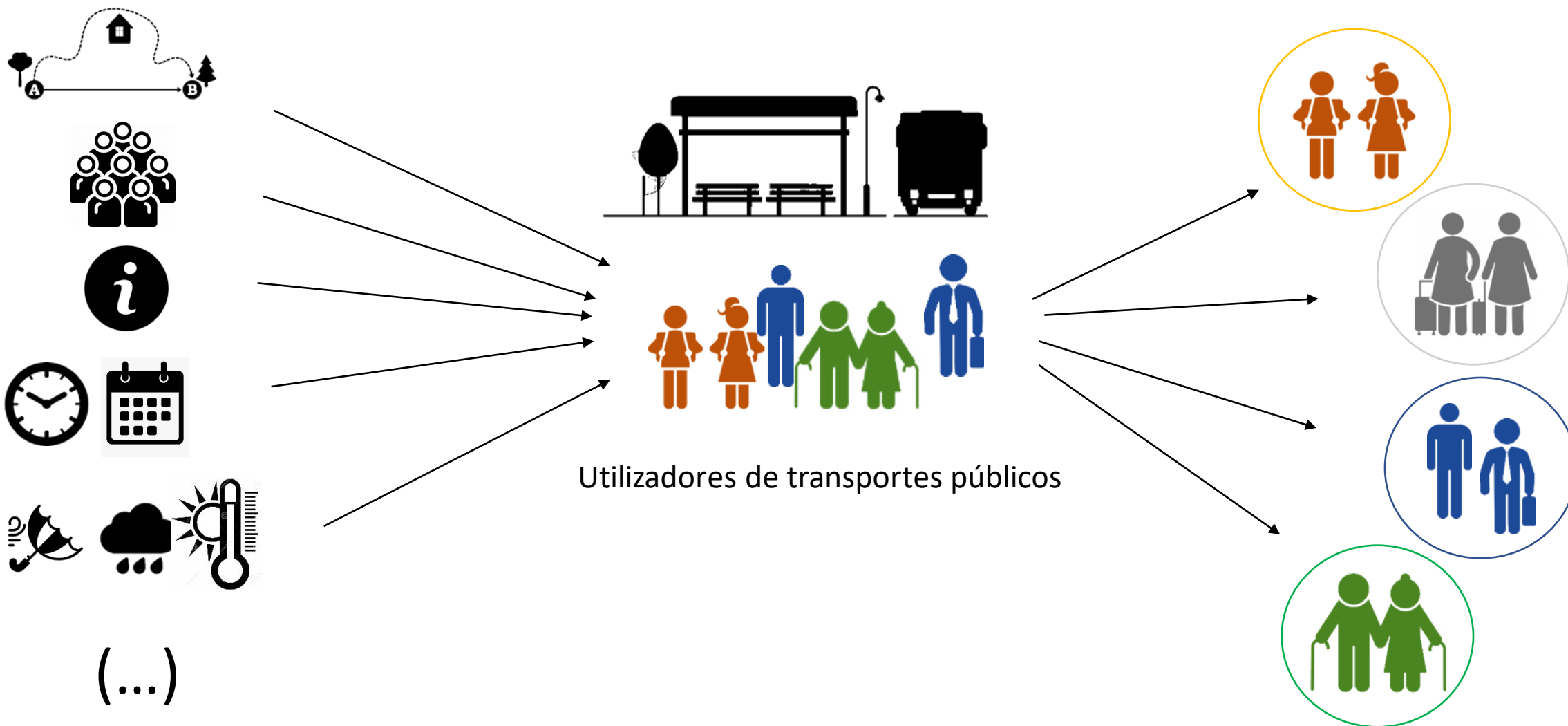
UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu
de Desenvolvimento Regional

(PTDC/ECI-TRA/32053/2017 and POCI-01-0145-FEDER-032053)



T Â N I A F O N T E S

ENQUADRAMENTO



OBJETIVOS DO PROJETO

Combinar **métodos de diagnóstico** e **otimização** para melhorar a **qualidade dos serviços** intermodais no transporte público urbano. Tais métodos apoiarão a tomada de decisão de operadores de mobilidade e autoridades no planeamento, monitoramento e otimização de operações intermodais na definição de políticas urbanas.

O projeto foi estruturado em torno de três componentes principais:

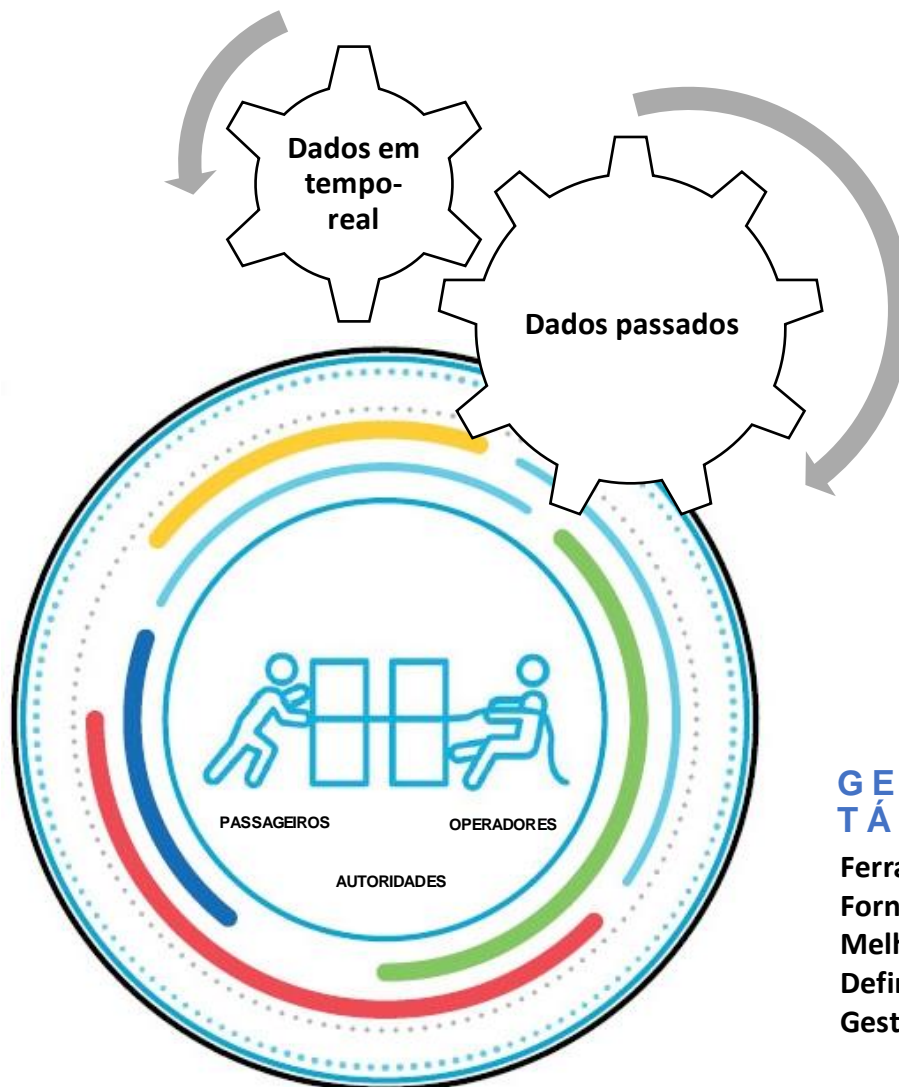
- 1) **Visualização e extração de conhecimento**, com suporte de métodos de extração de conhecimento que permitem a identificação de padrões que afetam a qualidade dos serviços;
- 2) Técnicas de **otimização** para melhorar os níveis de qualidade desses serviços;
- 3) **Sistema de informação** de apoio à tomada de decisão.

ABORDAGEM

DIMENSÃO
ECONÓMICA

DIMENSÃO
SOCIAL

DIMENSÃO
AMBIENTAL



GESTÃO OPERACIONAL

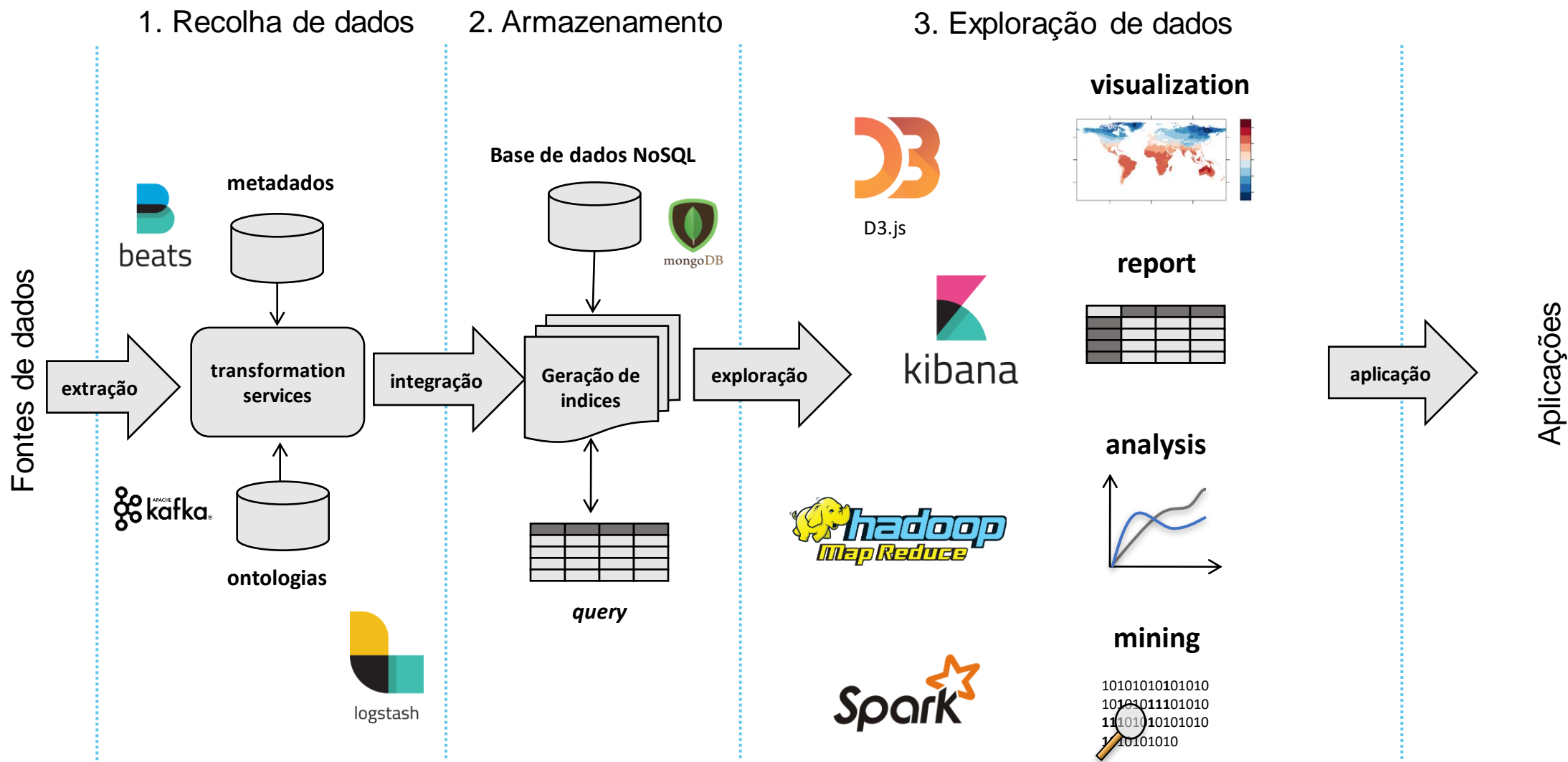
- Identificação de padrões de viagem e operações atípicas
- Previsão da procura de passageiros
- Otimização dos tempos de viagem

GESTÃO TÁTICA

- Ferramentas de visualização assistida suportadas por ontologias
- Fornecimento de informações aos passageiros
- Melhoria da acessibilidade (real)
- Definição de sistemas de transportes flexíveis sustentáveis
- Gestão de frotas



ARQUITECTURA



DADOS

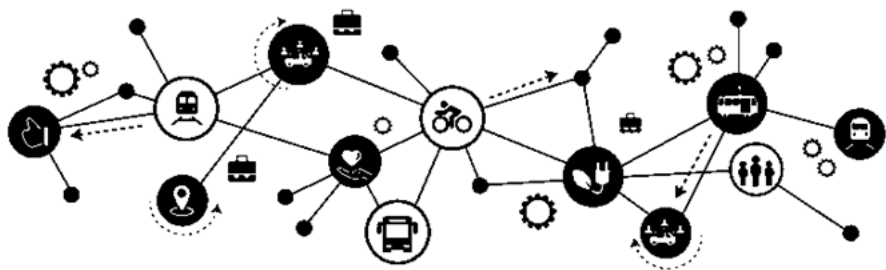


Validações

- ~133 milhões de eventos
- ~48.5 milhões de casos (cartão x dia)

Rede de transportes públicos

- 31 operadores de transporte ~600 linhas
- ~7750 paragens (comboio, metro e autocarro) ao longo de 46 zonas



Geografia e Demografia



- ~25 500 (sub)regiões em 17 municípios
- ~3 milhões de indicadores

Uso do solo e Pontos de interesse

- ~2 750 000 elementos



Meteorologia

- ~750 000 indicadores ao longo de 6 anos (2008-2013)

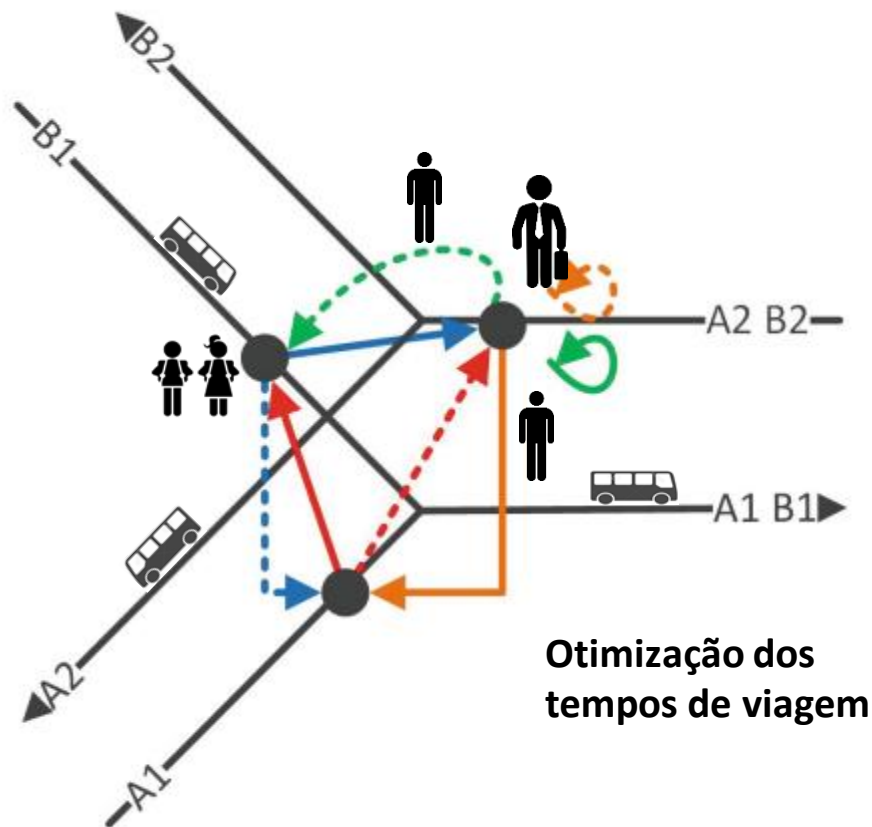


DADOS

Informação em tempo real

- Condições de tráfego
- Navegação e planeamento de rotas
- Redes sociais
- Meteorologia
- Pontos de interesse (POIs)

1. TRANSBORDOS



[Hora et al., 2019]

Padrões de viagem



[Ribeiro et al., submitted]

2. ACESSIBILIDADE & INCLUSÃO SOCIAL

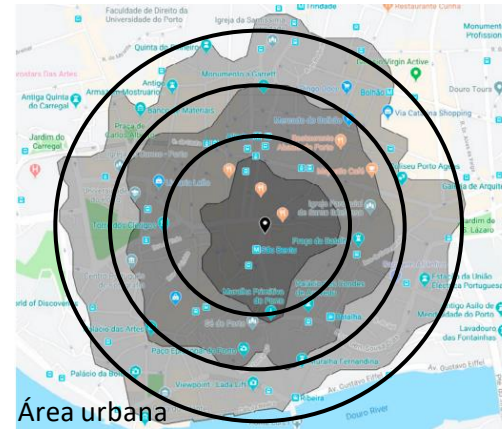
Sistemas de transportes flexíveis (a pedido)
(DRT)



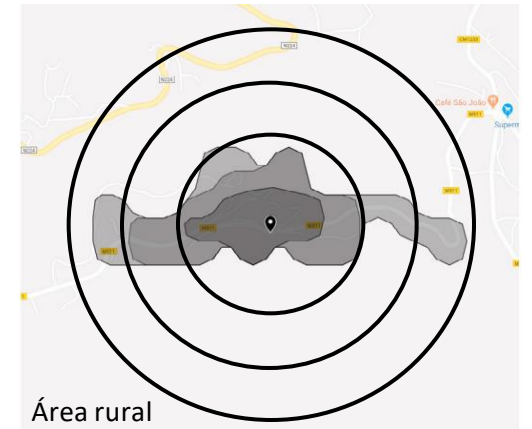
OPTIMIZAÇÃO



Distância Euclidiana vs. Análise da rede



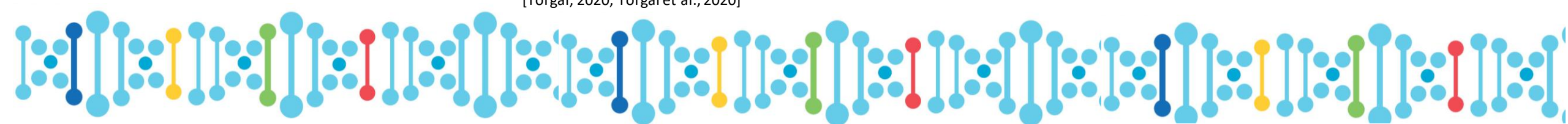
Área urbana



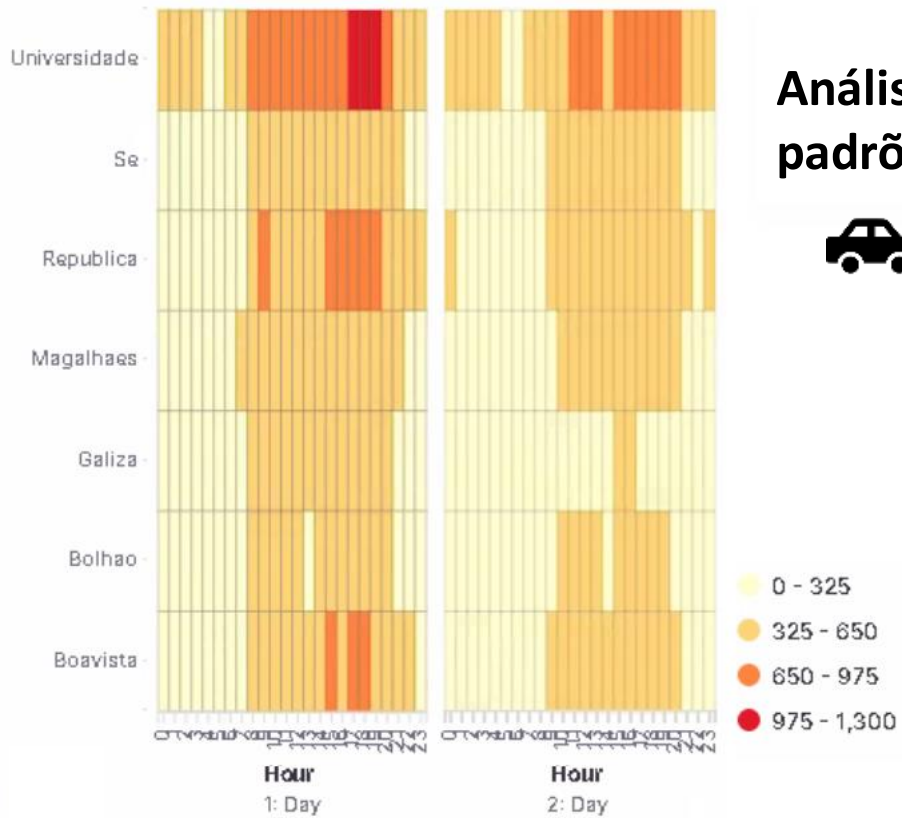
Área rural

[Torgal, 2020, Torgal et al., 2020]

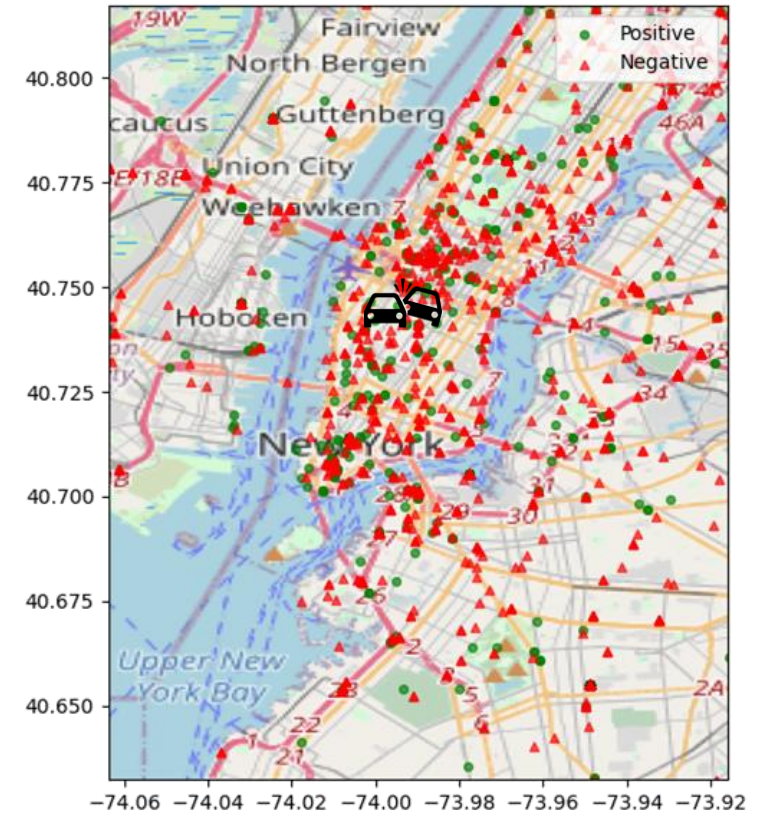
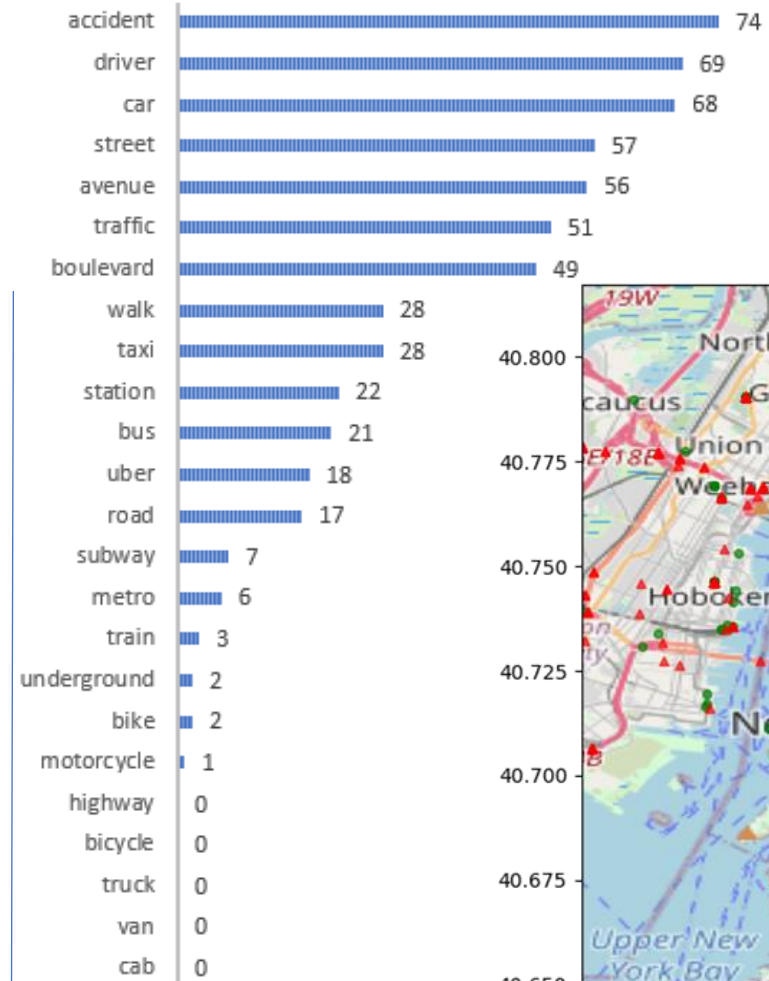
[Ribeiro et al., 2021]



3. CONGESTIONAMENTO



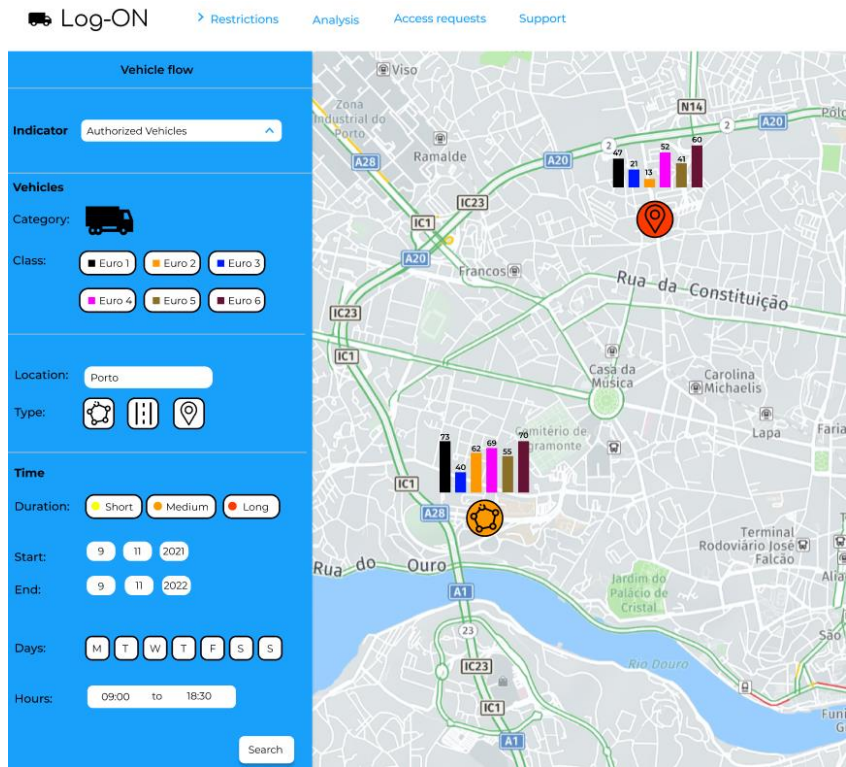
[Bessa, 2022]



[Murços, 2021 ; Murços et al., 2021]

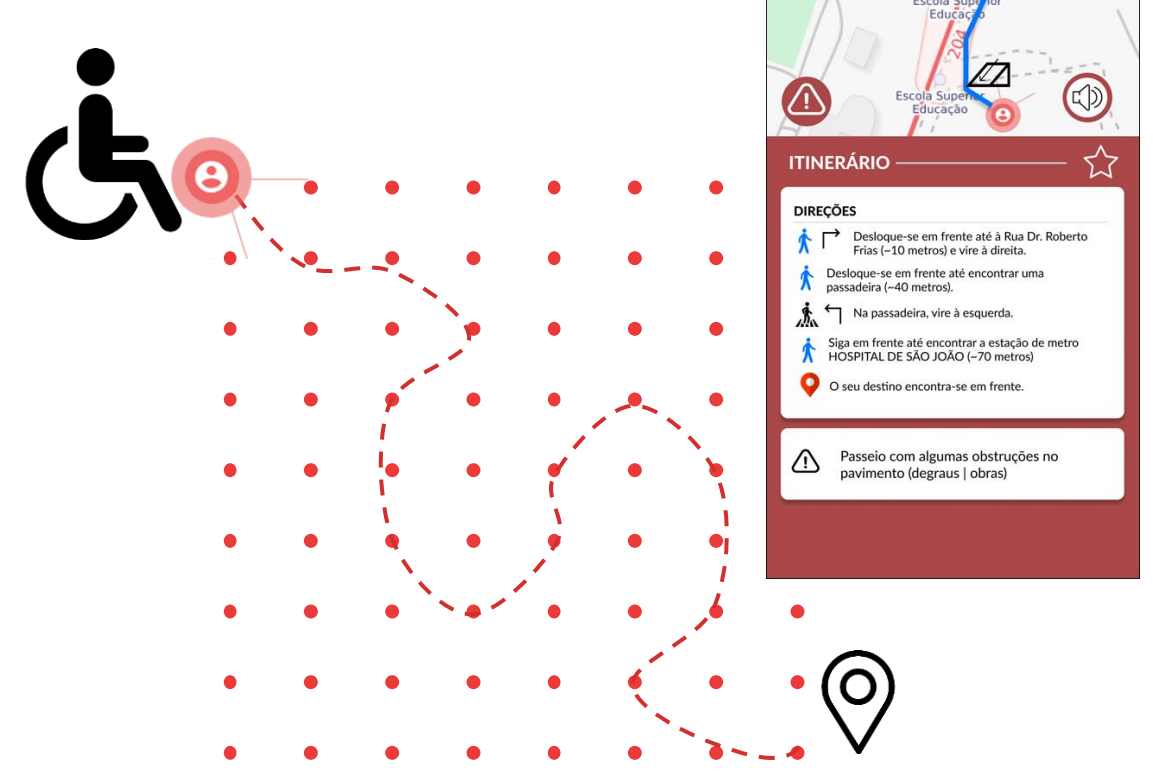


4. INFORMAÇÃO AO PÚBLICO



Gestão de restrições

[Marques, 2021]



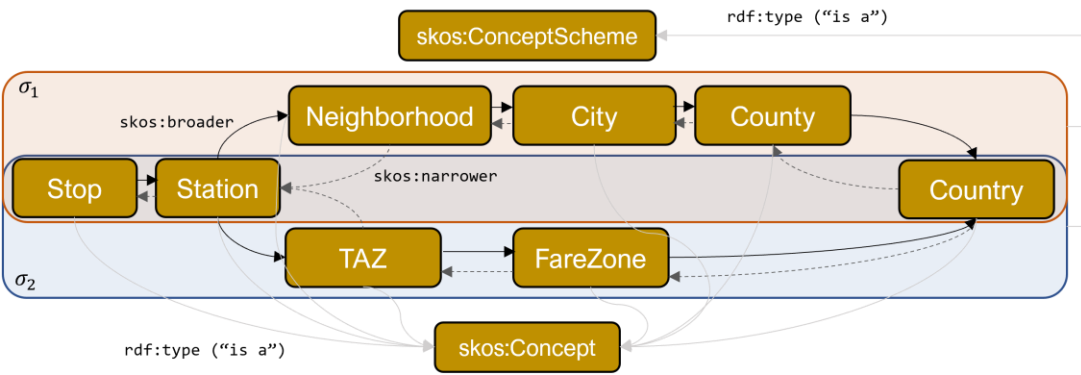
[Dias, 2019 ; Dias et al., 2020]



5. ONTOLOGIAS & VISUALIZAÇÃO



Modelação semântica de dados espaço-temporais



[Sobral et al, 2020 ; Sobral et al., 2021]

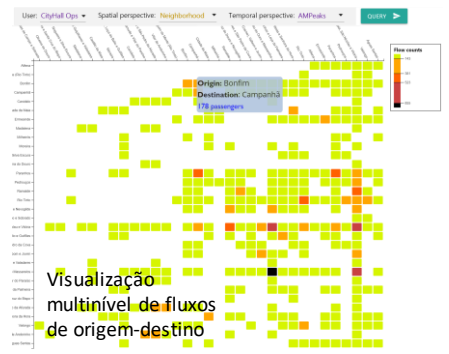


[Murias et al., 2021]

Desenho de *dashboards*



Aplicações



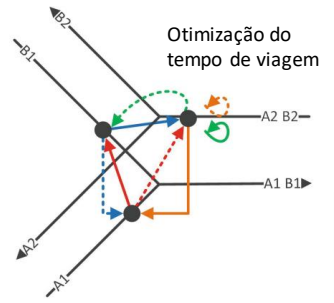
Planeamento de rotas

Gestão de restrições de tráfego



3. Exploração de dados

(visualização, relatório, análise e mineração)

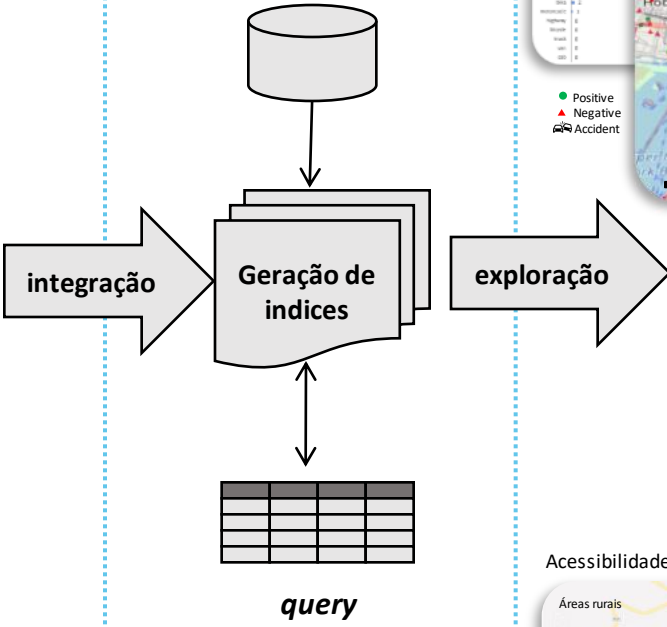


Distância euclidiana vs. Análise de rede

Analysis of vehicle-based operations

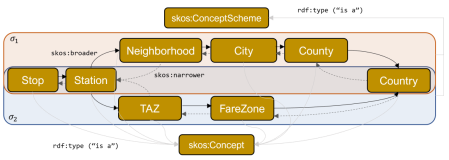
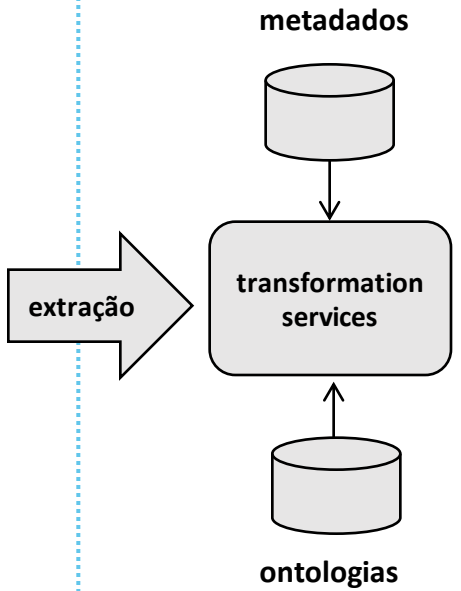
2. Armazenamento

Base de dados NoSQL



1. Recolha de dados

Fontes de dados



Modelagem semântica de dados espaço-temporais

Modelagem semântica de dados espaço-temporais

EQUIPA



Tânia Fontes
(PI)



Teresa Galvão
(co-PI)



Joel Ribeiro



Thiago Sobral



Joana Hora



José Luís Borges



Carlos Soares



Jorge F. Sousa



Jorge P. Sousa



Ana Camanho



Marta Torgal



Diogo Múrias



João Fontoura



Vítor Santos

AGRADECIMENTOS



Cofinanciado por:



Referências

- Bessa, P. (2022 - planned), Design of a Decision Support System for intermodal management of public transport, (Advisor: T. Fontes, Co-advisor: J. Freire). Dissertation presented for obtaining the MSc degree in Electrical and Computer Engineering, FEUP.
- Dias, R. (2019), Design of a Route Planner for Urban Public Transport, Promoting Social Inclusion, (Advisor: T. Fontes, Co-advisor: T. Galvão). Dissertation presented for obtaining the MSc degree in Informatics and Computer Engineering, FEUP, defence on 11/7/2019. URL: <https://hdl.handle.net/10216/122448>
- Dias R., Fontes, T., Galvão, T. (2020). "Design of a Route-Planner for Urban Public Transport, Promoting Social Inclusion" In: Martins A., Ferreira J., Kocian A. (eds), Intelligent Transport Systems. From Research and Development to the Market Uptake (3th EAI Conference on Intelligent Transport Systems – INTSYS 2019), 4-6/12/2019, Guimarães, LNICST, 310:3-17, Springer. doi: [10.1007/978-3-030-38822-5_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38822-5_1)
- Hora, J., Galvão, T., Camanho, A., (2019). "Identifying Relevant Transfer-Connections from Entry-Only Automatic Fare Collection Data: The Case Study of Porto" In: Martins A., Ferreira J., Kocian A. (eds), INTSYS 2019. 4-6/12, Guimarães, LNICST, 310:63-67, [10.1007/978-3-030-38822-5_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-38822-5_5).
- Marques, M. (2021). Gestão de operações logísticas em meio urbano (Advisor: T. Fontes, Co-advisor: J. Ribeiro). Dissertation presented for obtaining the MSc degree in Electrical and Computer Engineering, FEUP.
- Murçós, F. (2021), Urban transport evaluation using knowledge extracted from social media, (Advisor: T. Fontes, Co-advisor: R. Rossetti). Dissertation presented for obtaining the MSc degree in Electrical and Computer Engineering, FEUP.
- Murçós, F. Fontes, T., Rossetti, R. (2021). Are BERT embeddings able to infer travel patterns from Twitter efficiently using a unigram approach? IEEE International Smart Cities Conference 2021, 7-10/9/2021, virtual conference, accepted.
- Ribeiro, J.; Fontes, T.; Soares, C.; Borges, J.L. (submitted) "Multidimensional Subgroup Discovery on Event Data". IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering.
- Ribeiro, J.; Fontes, T.; Soares, C.; Borges, J.L. (2021), "Accessibility as an indicator to estimate social exclusion in public transport". Transportation Research Procedia 52 (2021): 740-747. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2021.01.019>.
- Sobral, T. , Galvão, T., Borges, J., (2021). Knowledge-assisted visualization of urban mobility flows using ontologies, IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. Special issue "Diversity in Transportation Systems for People and Goods". doi: [10.1109/TITS.2021.3056228](https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3056228).
- Sobral, T. , Galvão, T., Borges, J., (2020). An ontology-based approach to Knowledge-assisted Integration and Visualization of Urban Mobility Data, Expert Systems With Applications 150:113260. doi: [10.1016/j.eswa.2020.113260](https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113260).
- Torgal, T., (2020), Exploring the Potential of DRT for Elderly Urban Mobility using Big Data, (Advisor: T. Galvão, Co-advisor: T. Fontes). Dissertation presented for obtaining the MSc degree in Informatics and Computer Engineering, FEUP, defence on 12/2/2020. URL: <https://hdl.handle.net/10216/126884>
- Torgal, M., Galvao, T., Fontes, T. (2020). A multi objective approach for DRT service using tabu search, 23rd EWGT virtual, 16–18/09.

Campus da Faculdade de
Engenharia da Universidade
do Porto

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 Porto, Portugal



T +351 222 094 000

tania.d.fontes@inesctec.pt

www.inesctec.pt

