

WORKSHOP: SUSTENTABILIDADE E INCLUSÃO SOCIAL NA GESTÃO DE
TRANSPORTES PÚBLICOS: TÉCNICAS DE APOIO À DECISÃO

DEFINIÇÃO DE SERVIÇOS DE TRANSPORTES PÚBLICOS FLEXÍVEIS E INCLUSIVOS

14 DE DEZEMBRO DE 2021

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)



TERESA GALVÃO

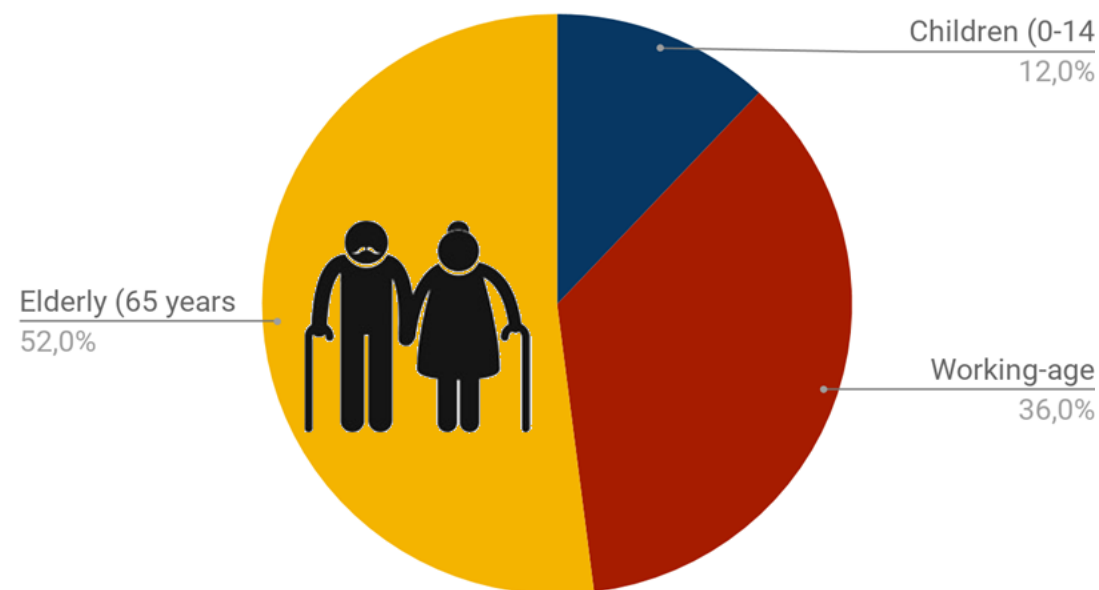
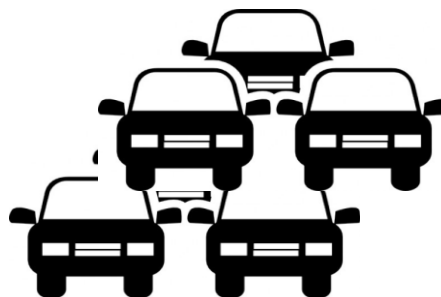
ENQUADRAMENTO

Cerca de **66% da população** viverá em **idades em 2050**

O **congestionamento do tráfego** e a **emissão de poluentes** estão a **aumentar**

Até **2080**, é esperado um **aumento da população idosa** na Europa

Os **idosos** podem ter **deficiências sensoriais, cognitivas e motoras**



Source: Eurostat, EU-28, 2020

SISTEMAS DE TRANSPORTE FLEXÍVEL

O que é:

- Um sistema de transportes flexíveis é um compromisso entre o transporte público e o táxi.
- É mais flexível mas mais caro do que o transporte público, proporcionando flexibilidade semelhante ao serviço de táxi, mas com menor custo do que este.

Principais vantagens:

- Ajustado às necessidades de grupos específicos da população, como idosos ou com pessoas com mobilidade reduzida
- Permite superar as limitações do sistema de transporte fixo, em alguns períodos, como no período noturno
- Aumenta a conveniência da mobilidade
- Permite diminuir o tempo de viagem dos passageiros.

COMPONENTES DE UM STF

1. Horários:

- Pré-definição de horários
- Sob pedido.



2. Marcações:

- Sem-pré-marcações
- Marcações diretas;
- Lista de marcações.



3. Rotas e paragens:

- Fixas;
- Semifixas.



4. Alocação de veículos:

- Alocação fixa;
- Alocação de veículos exténsivel



ABORDAGENS

Um sistema de transporte flexível-STF (ou transporte a pedido - DRT) pode ser abordado como um problema *Dial-A-Ride* (DARP), uma variante do *Vehicle Routing Problem* (VRP) que permite otimizar rotas de veículos para um determinado conjunto de restrições.

Principais abordagens para resolver o VRP:

- **Métodos exatos**
- **Heurísticas:**
 - Heurísticas de construção
 - Heurísticas de melhoria
 - Metaheurísticas: algoritmos genéticos, *simulated annealing*, pesquisa tabu



ABORDAGENS

Problemas do mundo real: comparação entre mais de um objetivo

MAS... A **maioria dos estudos** sobre otimização

VRP foca-se num **único objetivo**

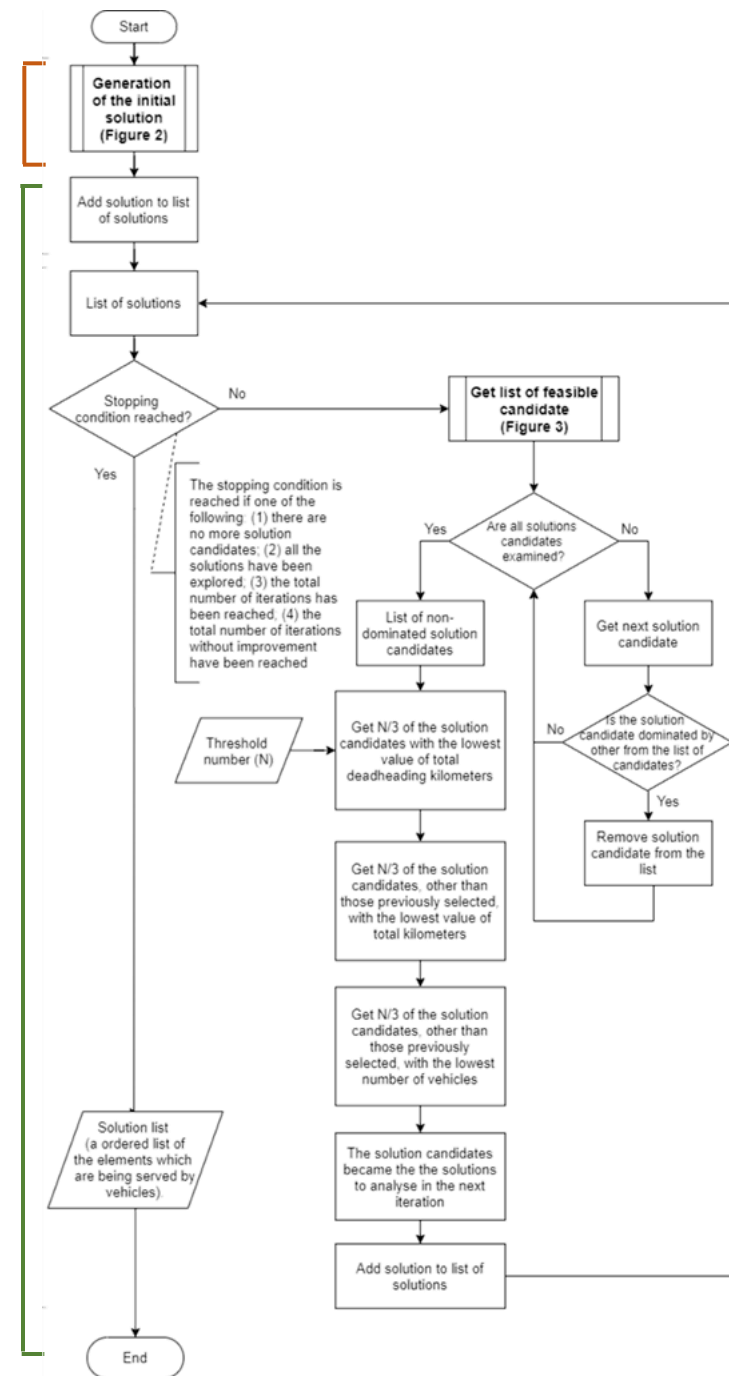


OBJETIVO: explorar o potencial de um sistema DRT resolvendo o

DARP considerando um problema **multi-objetivo**

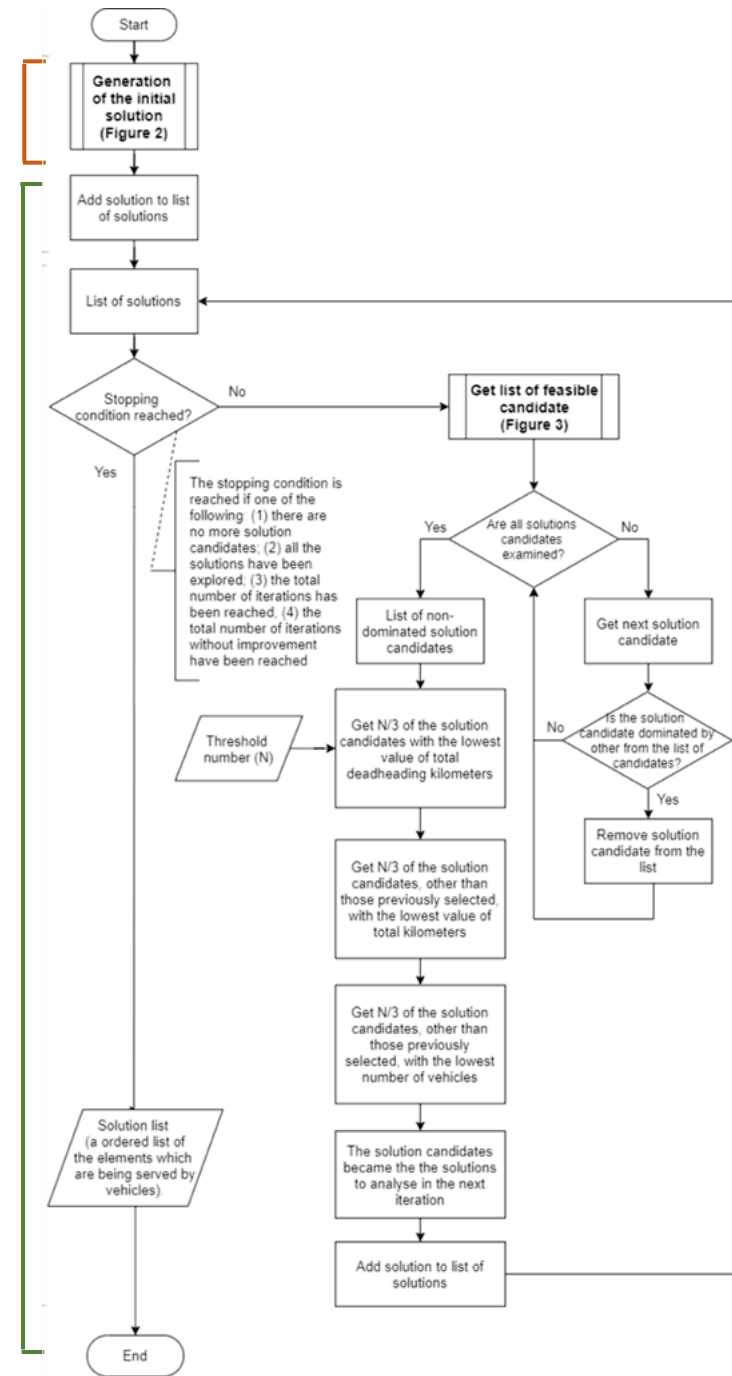
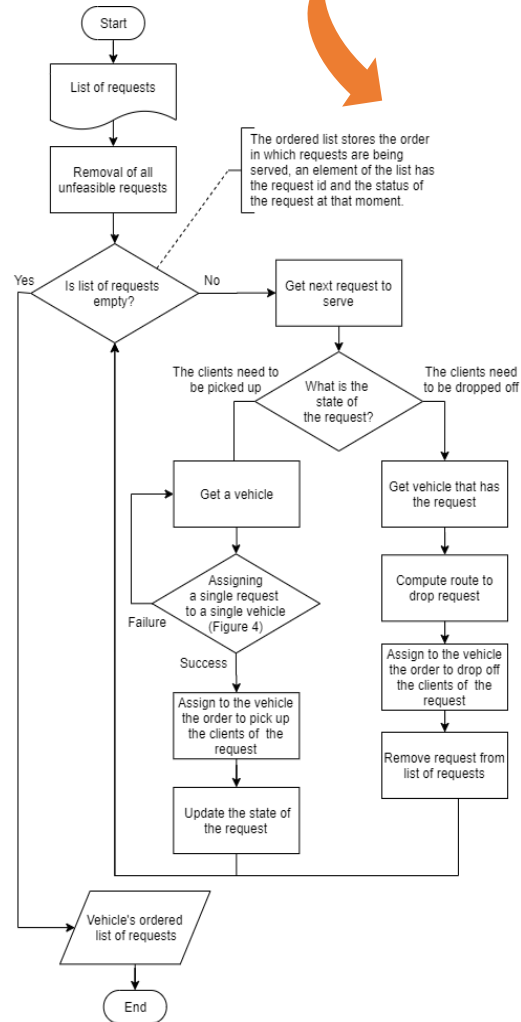
Assigning Request to Vehicles (ARV)

Obter uma boa solução inicial viável.



Assigning Request to Vehicles (ARV)

Obter uma boa solução inicial viável.



Assigning Request to Vehicles (ARV)

Obter uma boa solução inicial viável.

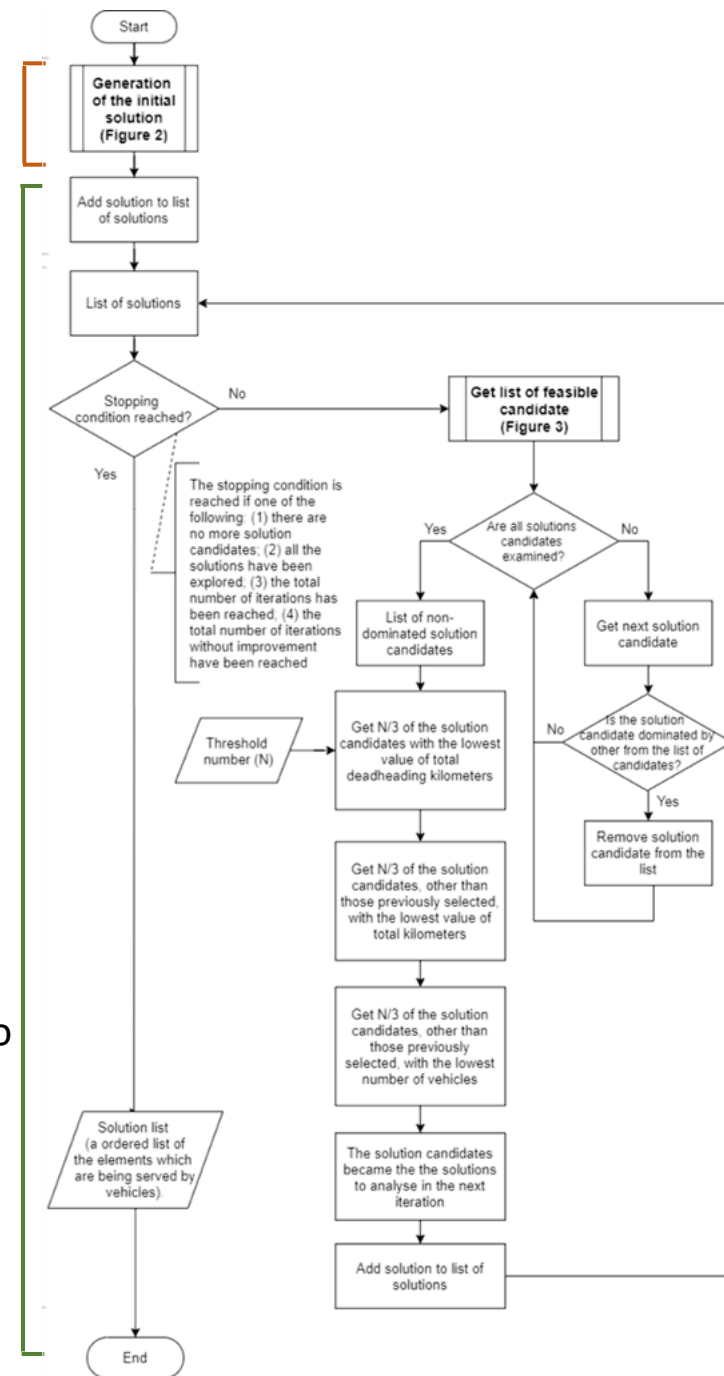
MOTSA (Multi-Objective Tabu Search Algorithm)

(metaheurística)

Uso do conceito de dominância de Pareto.

O custo de uma solução é representado por:

- a distância total percorrida;
- a distância total de deadhead;
- e o número de veículos.



RESTRIÇÕES

- (1) Cada pedido é sempre atendido pelo mesmo veículo (recolhido e entregue)
- (2) Cada pedido só é finalizado após a entrega do passageiro
- (3) Cada passageiro é atendido uma vez e entregue uma vez por viagem
- (4) Um pedido só pode ser atribuído a um veículo se as restrições da janela de tempo não forem violadas
- (5) Um pedido só é atribuído a um veículo se todos os passageiros que já atribuídos a esse veículo puderem deixar o veículo dentro do prazo no destino desejado
- (6) Um pedido só pode ser atribuído a um veículo se esse veículo tiver espaço livre disponível (assentos vazios) para atender a esse pedido

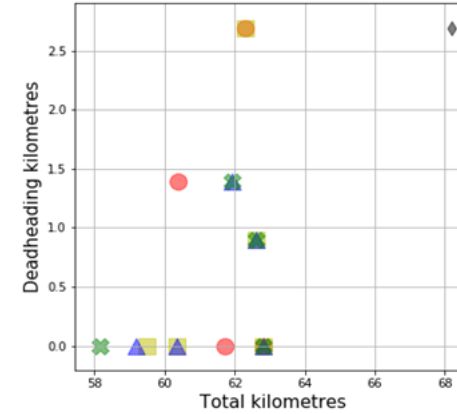
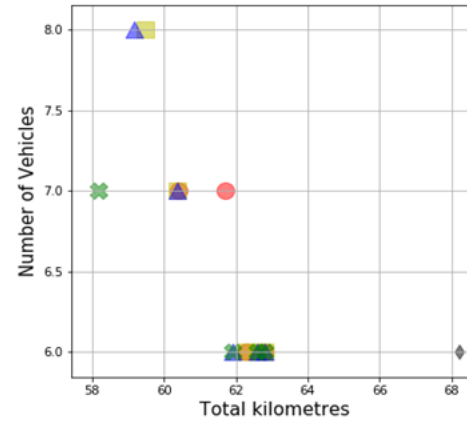
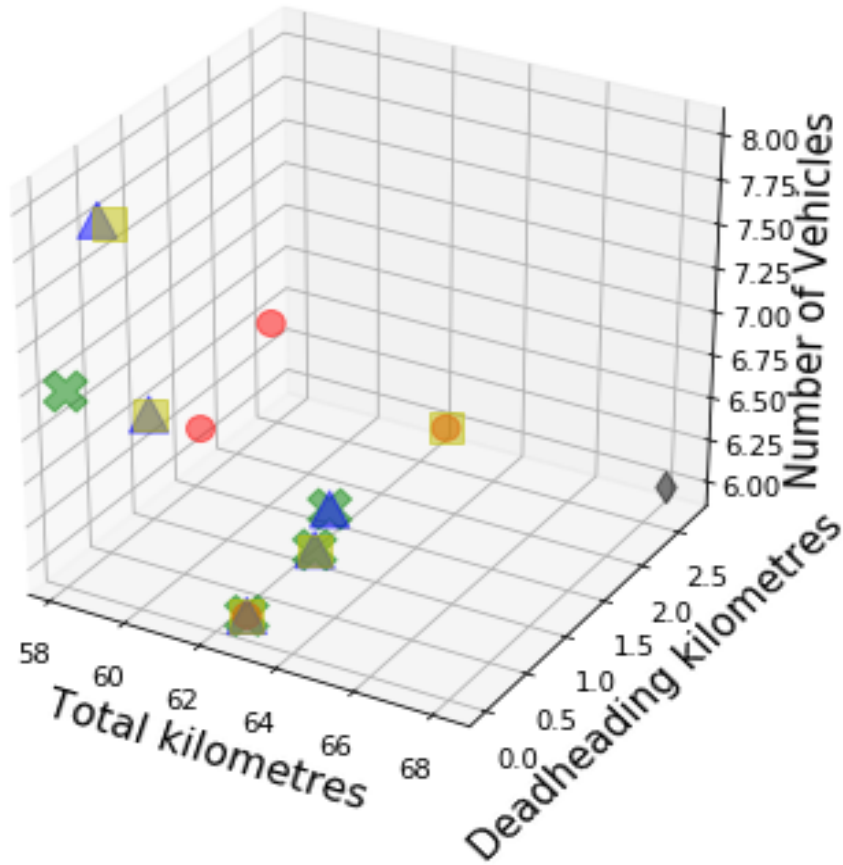


CONSIDERAÇÕES:

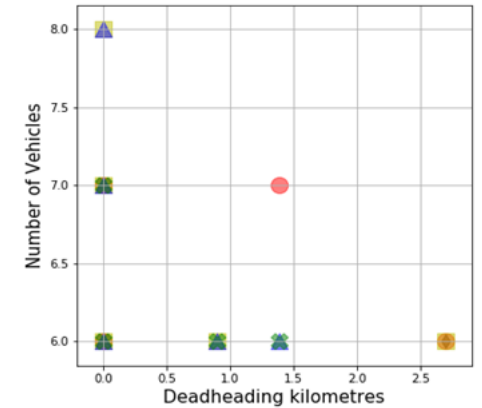
- O serviço é operado por um ou mais autocarros ou mini-autocarros
- Não foram definidas paragens ou horários pré-definidos.
- Recolha e entregas com restrições de janela de tempo.
- Serviço DRT estático.



EXEMPLO BUSCA TABU

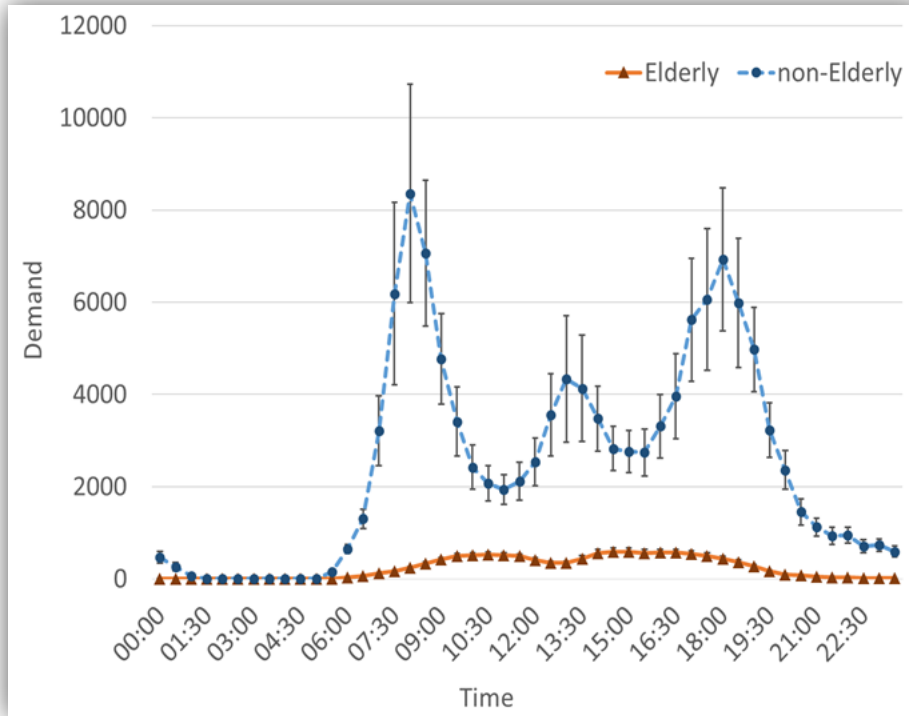


- Initial solution
- Iteration 0
- Iteration 1
- Iteration 2
- Iteration 3

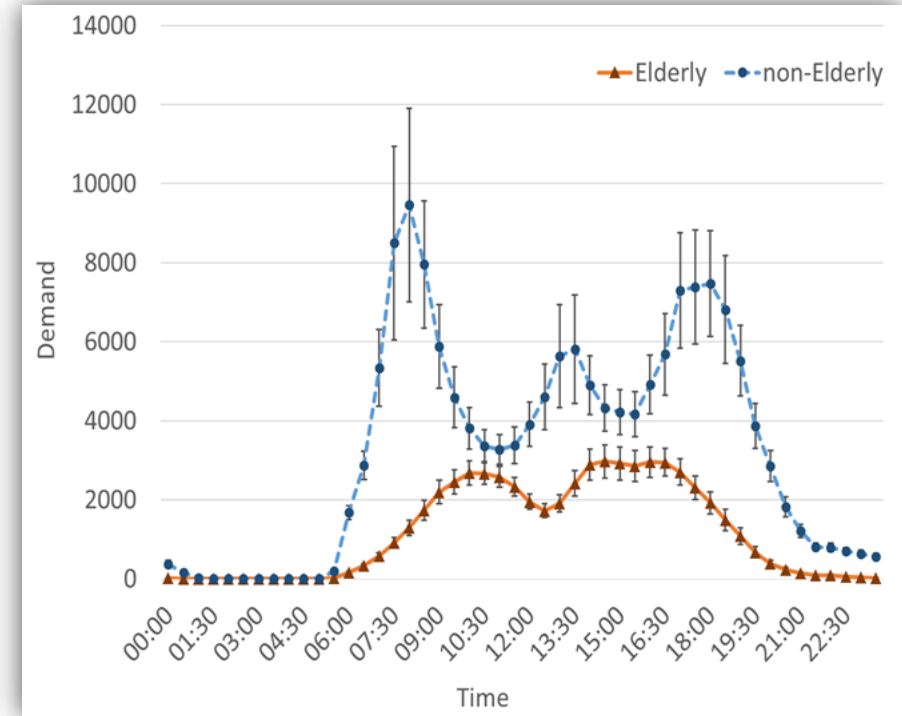


CASO DE ESTUDO – ÁREA METROPOLITANA DO PORTO

STCP



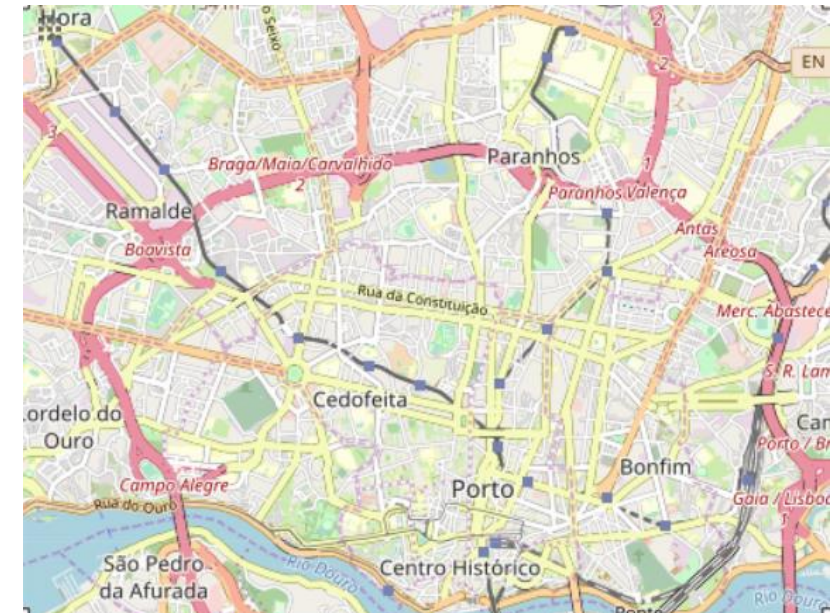
Metro do Porto



CASO DE ESTUDO – ÁREA METROPOLITANA DO PORTO

Simulação da procura: estimação da matriz origem destino para uma amostra selecionada de dados com as seguintes características

- Operador STCP
- Assinaturas mensais
- Assinaturas de > 65 anos;
- Validações em dias de semana;
- Agosto;
- Duas validações diárias com intervalo superior a uma hora;
- Cartões com mais do que 4 validações numa dada paragem;
- Horário de pico: 09:30 - 11:30;
- Zona geográfica limitada



CASO DE ESTUDO – RESULTADOS (EXEMPLO)

Capacidade do veículo	Nº de iterações	Nº de soluções de Pareto	Solução inicial está no conjunto final?	Nº médio de km por viagem	Nº médio de km em vazio	Conjuntos de nº de veículos
4	10	6	Yes	50.074	2.069	{2,3,4}
4	30	29	Yes	40.492	1.696	{2,3,4}
8	10	2	No	45.014	0.090	{2}
8	30	16	No	42.872	0.090	{2}
15	10	2	No	45.014	0.090	{2}
15	30	16	No	42.872	0.090	{2}

CASO DE ESTUDO – RESULTADOS (EXEMPLO)

Solution ID	Objetivos		
	Total de km	km em vazio	Nº veículos
1	81 396	0	2
2	37 136	0	4
3	37 781	5 056	3
4	42 020	0	3
5	38 075	3 967	3

Referências

- 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

info@inesctec.pt

www.inesctec.pt

