

GTFS e outros dados abertos para planeamento de transportes

Rosa Félix
rosamfelix@tecnico.pt

Apresentação

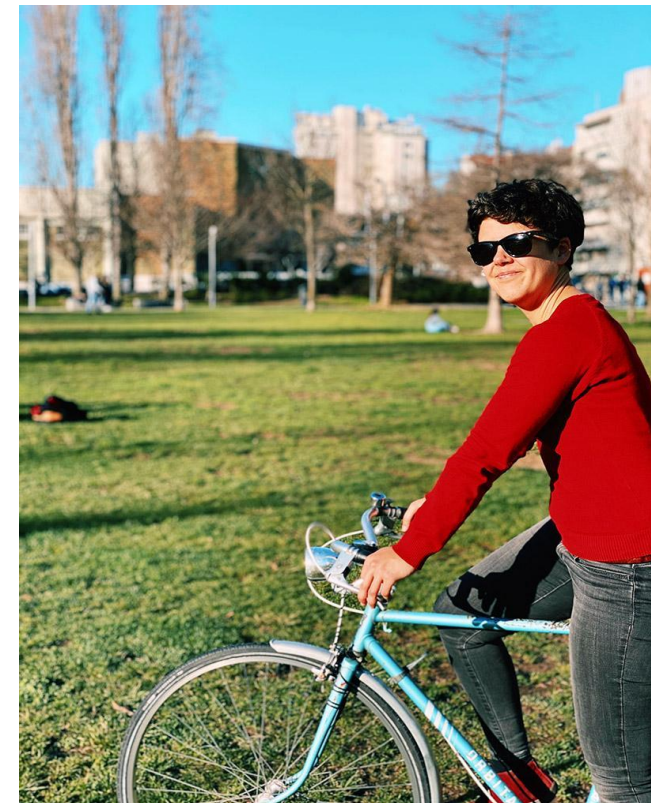
Rosa Félix

Investigadora e Professora convidada (CERIS, Instituto Superior Técnico)

Engenheira do Território

PhD em Sistemas de Transportes (Instituto Superior Técnico, ULisboa)

- Investigação em mobilidade urbana e modos ativos
- Utiliza R e SIGs diariamente
- Entusiasta de software livre e investigação replicável
- Lecciona SIG com R em cursos de mestrado no IST
- Desenvolve ferramentas em R para análise de dados e apoio a políticas públicas



Apresentações

Programa

- Dados abertos em mobilidade e transportes
- Fontes de dados abertos e boas práticas de partilha de dados
- Exemplos nacionais e internacionais de análises com dados abertos de transportes
- Introdução aos GTFS
- GTFS: exemplos e exercícios
- Análise espacial e acessibilidade com r5r

Materiais

Os materiais deste módulo encontram-se online em

<https://rosamfelix.github.io/EITbraga>

Este módulo foi feito à medida para si



Dados abertos

Dados Abertos

Características

- Dados de organismos públicos
- Produzidos ou Recolhidos
- Gratuitos e acessíveis
- Formatos abertos comuns (.csv, .pdf, .geosjon, .txt) que não necessitam de software pago para abrir

Vantagens

- **Transparência** e responsabilização, escrutínio democrático
- Instituições mais **eficientes** e eficazes, procura e acesso a dados mais facilitadas, interoperabilidade de sistemas
- Maior **credibilidade** das decisões
- Políticas públicas mais **informadas**, esclarecidas e **sustentadas**
- Respostas mais **rápidas** e adequadas a contextos de crise
- Desenvolvimento económico

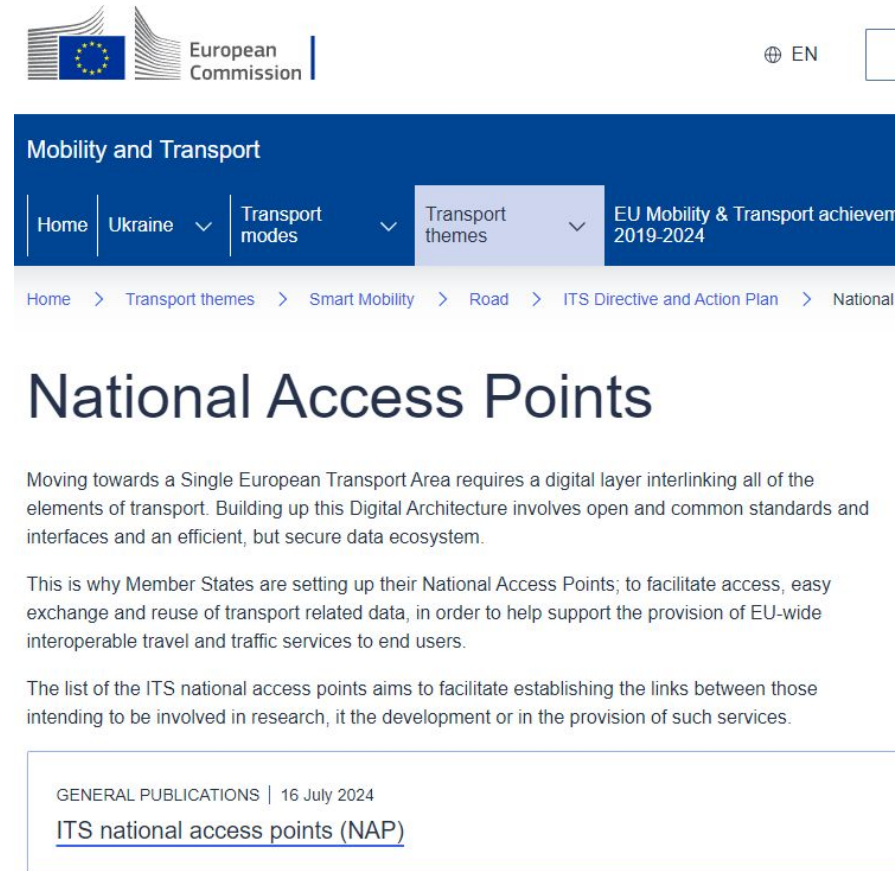
A União Europeia estima que o valor económico da partilha e utilização de dados abertos chegue a **194 mil milhões €** em 2030.

Dados Abertos em Transportes

Recomendações UE

- Diretiva ITS da Comissão Europeia (2010/40/EU)
- Estados-membros devem disponibilizar acesso a dados sobre transportes
- Standards definidos pela CE
- Dados incluem
 - Transportes públicos
 - Redes rodoviárias
 - Estacionamento

ITS national access points (NAP)



The screenshot shows the European Commission website. The header includes the European Commission logo and a language selector set to 'EN'. The main navigation bar is blue with the title 'Mobility and Transport'. Below this, there are tabs for 'Home', 'Ukraine', 'Transport modes', 'Transport themes', and 'EU Mobility & Transport achievements 2019-2024'. The 'Transport themes' tab is selected. A breadcrumb trail shows the path: Home > Transport themes > Smart Mobility > Road > ITS Directive and Action Plan > National Access Points. The main heading is 'National Access Points'. The text explains that moving towards a Single European Transport Area requires a digital layer interlinking all elements of transport. It states that Member States are setting up their National Access Points to facilitate access, easy exchange and reuse of transport related data, and to help support the provision of EU-wide interoperable travel and traffic services to end users. A box highlights 'GENERAL PUBLICATIONS | 16 July 2024' and the title 'ITS national access points (NAP)'. Below this, it states that the list shows the state of the art deployment of the National Access Points across Europe, within the scope of the implementation of the delegated acts adopted under Directive 2010/40/EU.

Dados Abertos em Transportes

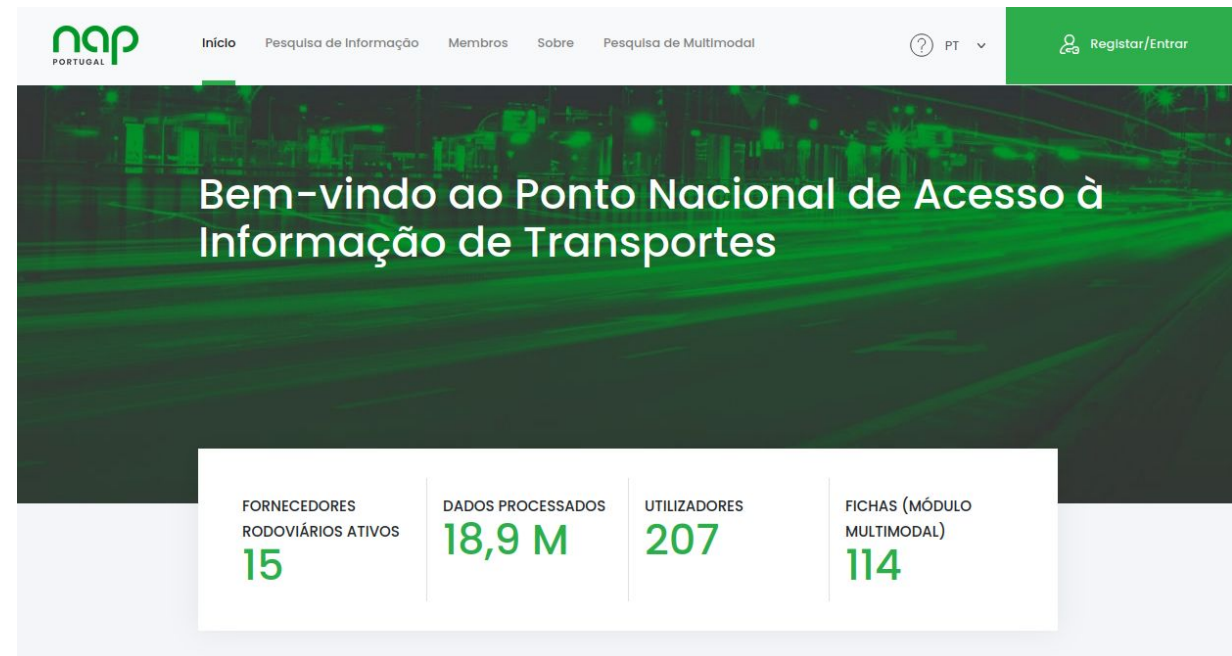
Em Portugal

- NAP (National Access Point)
- Organizado pelo IMT

<https://nap-portugal.imt-ip.pt>

Não é necessário registo para aceder aos dados!

- Encontrar:
 - Dados dos parques de estacionamento municipais do Porto
 - Dados GTFS da Carris Metropolitana



Dados Abertos em Transportes

Em Portugal

- O Portal de **dados abertos** é a plataforma oficial nacional de partilha de dados institucionais

<https://dados.gov.pt/pt>

- Alguns municípios também têm o seu próprio portal de dados abertos:
 - [Câmara Municipal de Lisboa](#)
 - [Câmara Municipal de Cascais](#)
 - [Câmara Municipal de Oeiras](#)
 - [Câmara Municipal do Porto](#)

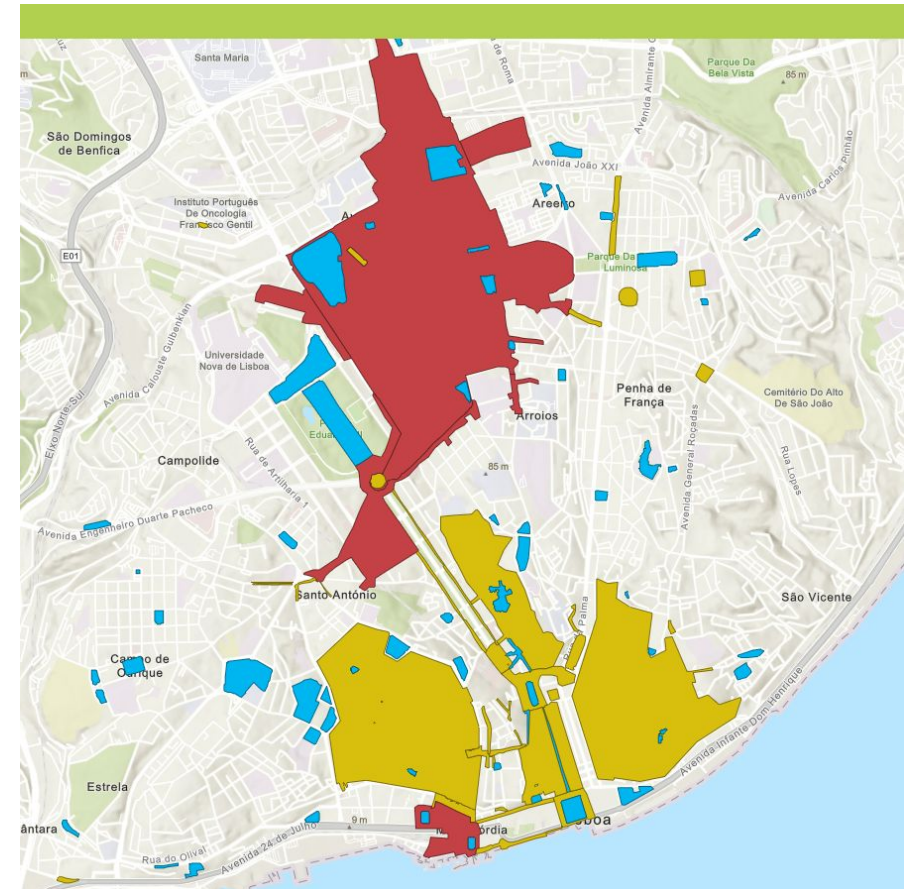
The screenshot displays the 'DATA CASCAIS' website. The header includes navigation links: 'CASCAIS INFO', 'CASCAIS SMART CITY', 'DADOS', 'OBSERVATÓRIO', 'QUEM SOMOS', and 'CONTACTE-N'. Below the header, a section titled 'Explore os dados abertos disponíveis' lists several datasets. On the left, a sidebar shows 'Formatos' (KMZ, SHP, DXF, GeoJSON, CSV, JSON, dxf, ZIP, XLSX) and 'Licenças' (Creative Commons). The main content area lists datasets with their descriptions and available formats:

- Rede viária - Hierarquia**: ID dataset: MO01 Descritivo: Localização das vias viárias e sua hierarquia. Georreferenciação? Sim. Projeção cartográfica: WGS84. Período temporal: janeiro 2014 a outubro 2016.... Formats: DXF, GeoJSON, KMZ, SHP, CSV.
- Praças de Táxi**: ID dataset: MO04 Descritivo: Localização das praças de táxi e respetiva capacidade do seu contingente. Georreferenciação? Sim. Projeção cartográfica: WGS84. Período temporal:.... Formats: DXF, GeoJSON, KMZ, SHP, CSV.
- Estacionamento**: ID dataset: MO03 Descritivo: Localização dos vários locais destinados a estacionamento no concelho, sua tipologia, capacidade e horário de funcionamento (quando aplicável).... Formats: DXF, GeoJSON, KMZ, SHP, CSV.
- Equipamentos Complementares de Via Pública**: ID dataset: MO20 Descritivo: Localização de pilaretes, guardas, balizas e barreiras colocados no espaço público. Georreferenciação? Sim. Projeção cartográfica: WGS84. Período.... Formats: DXF, GeoJSON, KMZ, SHP, CSV.
- Eixo de Via**: ID dataset: MO12 Descritivo: Localização dos eixos de via, seu comprimento, sentidos de trânsito e ruas que integram. Georreferenciação? Sim. Projeção cartográfica: WGS84.... Formats: DXF, GeoJSON, KMZ, SHP, CSV, XLSX.
- Ciclovias**: ID dataset: MO23 Descritivo: Localização da rede ciclável do concelho (pistas cicláveis, corredores cicláveis e vias banalizadas). Georreferenciação? Sim. Projeção....

Dados Abertos em Transportes

- Alguns dados são disponibilizados por **download** (ficheiro), outros apenas permitem a **visualização**
 - Mapas
 - Dashboards interativas
- Cada vez mais são disponibilizados dados de transporte **georreferenciados** (possível ver em mapa)
- Alguns fornecem um **API** (Application Programming Interface) para automaticamente chamar / ligar aos dados mais atualizados disponíveis

Os dados abertos nunca incluem dados pessoais ou identificáveis!



GeoDados Lx: Restrições Micromobilidade

Dados Abertos em Transportes

Boas práticas

▪ Acompanhamento de **Metadados**

- Descrição
 - Fonte dos dados
 - Acrónimos e variáveis
- Formato
- Período temporal
- Versão
- Data da **última atualização**
- Responsável pela manutenção dos dados e contacto

Praças de Táxi

ID dataset: MO04

Descritivo: Localização das praças de táxi e respetiva capacidade do seu contingente.

Georreferenciação? Sim. **Projeção cartográfica:** WGS84.

Período temporal: novembro 2007 a maio 2021.

Última atualização dos dados: 01-06-2022 | **Periodicidade de atualização:** anual.

Dados Abertos em Transportes

Boas práticas na partilha de dados abertos

Guias de boas práticas: [Open Data Institute](#)

- partilha e uso de dados abertos
- validação de veracidade dos dados
- anonimização de dados
- avaliação dos riscos de partilha de dados
- ética e responsabilidade
- estimativa do valor dos dados partilhados

Licenças

- Publicação sob [licenças específicas](#)
- Condições para o uso e alteração dos dados
- Por omissão, o dados.gov usa a licença **CC BY 4.0 (Creative Commons Attribution 4.0)**, que pressupõe a **menção da fonte original** dos dados, mas **possibilita qualquer tipo de uso**.

Dados Abertos em Transportes

Boas práticas na partilha de dados abertos

Tutorial disponível pela **AMA** - Agência para a Modernização Administrativa

“Como publicar dados abertos?”



Dados Abertos em Transportes

Boas práticas no uso dos dados abertos

Questões a considerar

Formato

- Como foram **processados** os dados?
- Estão em estado bruto (**raw**) ou foram processados?
- De que modo o seu formato (e **granularidade**) irá afetar a sua análise/produto/aplicação?
- Que **transformações** sintáticas (linguagem) e semânticas (significado) serão necessárias?
- Estes dados são **compatíveis** com outros conjuntos de dados de que dispõe?

Qualidade

- Até que ponto os dados são **atuais**?
- Com que **frequência** são **atualizados**?
- **Compreende** todos os campos e o seu contexto?
- Durante **quanto tempo** serão publicados?
- Qual é o **compromisso** com o publicador? (licença)
- O que sabe sobre a **exatidão** dos dados?
- Como são tratados os **dados omissos**?

Dados Abertos em Transportes

Boas práticas na reutilização de dados abertos

- É recomendada a **partilha dos produtos** realizados com o uso de dados abertos
- **Link** no conjunto original de dados
- **Dar conhecimento** à entidade que partilha os dados - levando muitas vezes à **descoberta de novas perspectivas** sobre os dados!
- Permite **inspirar outros utilizadores** daquele conjunto (replicabilidade e adaptação a contextos)
- Reutilizações documentadas por vezes partilham o **código utilizado** para tratamento de dados

Reutilizações

Pesquisa de 83 de reutilização em dados.gov.pt - Portal de dados abertos da Administração Pública

Pesquisar por...

Todos Saúde Transporte e mobilidade Planeamento espacial e habitação Alimentação e agricultura Cultura e lazer Economia e negócios Ambiente e energia Emprego e formação Política e vida pública Segurança Educação e pesquisa Sociedade e demografia Direito e justiça Ferramentas de dados abertos Outros

83 resultados

ordenar por: Relevância

The screenshot displays a grid of data reuse examples. The first row includes 'Municípios no BUI', 'Técnicos associados', 'Cidades Promotoras', 'Visualização BUPI - Identificação de Propriedades em Portugal', 'Aplicação RGG no Geocatalogo da NaturalGIS', and 'Visualização StatIncendios'. The second row includes 'Barómetro', 'Gestão Financeira de municípios no portal Mais...', and 'Pesquisar beneficiários do PRR no portal Mais...'. Each example shows a thumbnail image and a brief description of the data reuse project.

Dados Abertos em Transportes

Boas práticas na reutilização de dados abertos

- Alguns **municípios** e **organismos públicos** também disponibilizam dados para a **academia** (projetos, teses de mestrado, etc.)
- E muitos sugerem **desafios** para conjuntos de dados
 - Dados que têm mas não costumam usar
 - Noção de análises que podem ser feitas

A sua organização partilha dados?
De que tipo?
Em formato dados abertos?
Para academia?
Já usou dados abertos?



Dados Abertos em Transportes

Exemplos de reutilizações

STATS19

- Departamento de Transportes do Reino Unido (DfT)
- Base de dados com **acidentes e colisões rodoviárias** para todo o território
- **Dados uniformizados desde 1926** (centenas de milhares), que têm vindo a ser registados pela Polícia.
- Amplamente usada para **definição de políticas públicas de segurança rodoviária**, e na academia
- Elaboração de vários **dashboards** e estudos que utilizam os dados:
 - [Interactive dashboard](#)
 - [Vision Zero public map](#)
 - [Bikedata](#) - Compilação de vários dados de mobilidade urbana, incluindo colisões por tipo, contagens de tráfego.

Os dados podem ser filtrados e exportados.

Dados Abertos em Transportes

Exemplos de reutilizações

Táxis em Nova Iorque

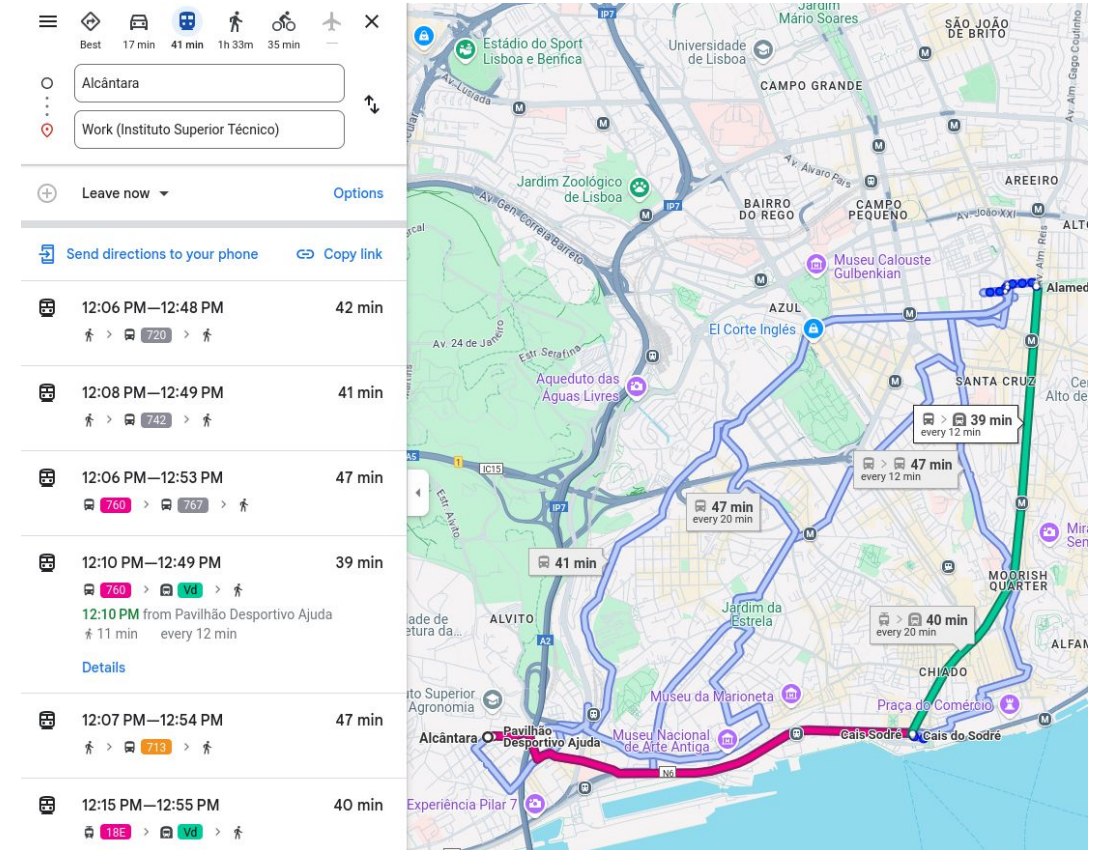
- Comissão de Táxis de Nova York (*Taxi & Limousine Commission*)
- Dados de viagens **desde 2009**
- incluem localização de **origem** e **destino**, **data e hora**, **distância** de viagem, **tarifa**, tipo de **pagamento**, e número de **passageiros** transportados.
- Boa base de dados para análises por **alunos**, **investigadores**, **programadores**, etc.
- Análise detalhada e **visualização espacial** de padrões de mobilidade de táxis
 - [Dashboard interativa com dados 2023](#)
 - [Dashboard com ligação API \(sempre atualizada\)](#) e comparação com *ridehailing* (uber, lyft, bolt)
 - [Visualização espacial 3D](#)

GTFS

GTFS

General Transit Feed Specification

- Começou com a Google (*Google Transit Feed Specification*)
- Formato normalizado de dados abertos para Transportes Públicos
 - horários
 - paragens
 - tarifas
- Várias aplicações usam dados GTFS para planear percursos em TP (Google Maps, Citymapper)

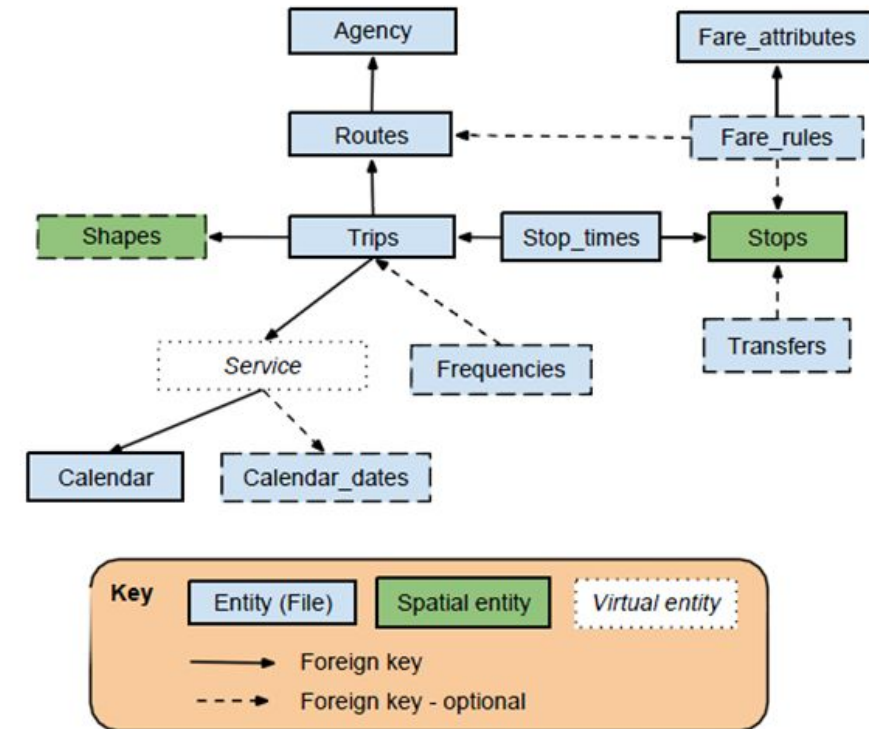


GTFS

Estrutura de dados

formato fácil de editar

- Um .zip que inclui vários ficheiros .txt que se podem relacionar uns com os outros através de campos comuns (tabelas relacionais)
- As operadoras são responsáveis por manter os dados atualizados (pode ser um problema!) quando há alterações de:
 - horários
 - localização de paragens
 - percursos
 - preços
- Algumas operadoras preenchem todos os campos, outras deixam campos opcionais em branco (como possíveis transferências, ou características das paragens / estações)
- <https://gtfs.org/documentation/schedule/reference/>

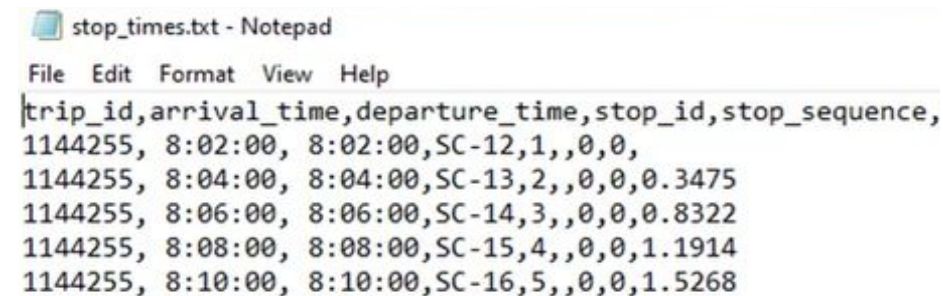


Fonte: trilliumtransit.com

GTFS

GTFS Estático ou Agendado (Schedule)

- Especificação que define um formato comum para informações estáticas sobre transportes públicos
 - agendadas, ou que não alteram dinamicamente
- Na sua forma mais simples, um conjunto de dados GTFS é composto por 7 ficheiros:
 - agency.txt
 - routes.txt
 - todas as direções de percursos, sequenciais por stop_id
 - trips.txt
 - stops.txt
 - lat e lon do stop_id
 - stop_times.txt
 - horário de chegada e partida de uma viagem a uma paragem
 - calendar.txt
 - se a viagem (trip_id) funciona em padrões de viagem (segunda feira, domingo, feriado, férias escolares)
 - calendar_dates.txt
 - padrões de viagem por dia do ano



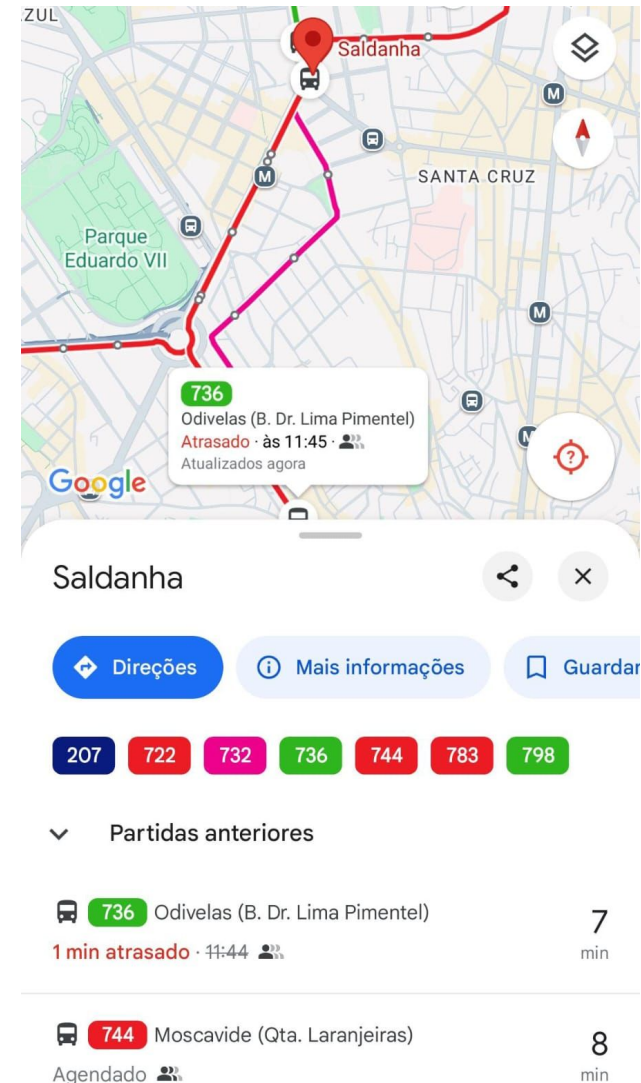
```

stop_times.txt - Notepad
File Edit Format View Help
trip_id,arrival_time,departure_time,stop_id,stop_sequence,
1144255, 8:02:00, 8:02:00,SC-12,1,,0,0,
1144255, 8:04:00, 8:04:00,SC-13,2,,0,0,0.3475
1144255, 8:06:00, 8:06:00,SC-14,3,,0,0,0.8322
1144255, 8:08:00, 8:08:00,SC-15,4,,0,0,1.1914
1144255, 8:10:00, 8:10:00,SC-16,5,,0,0,1.5268
  
```


GTFS

GTFS em tempo real (Realtime)

- Permite às operadoras de transportes públicos fornecer informações actualizadas sobre
 - **Atualizações de viagens** - atrasos, cancelamentos, alteração de itinerários
 - **Alertas de serviço** - paragens deslocadas, acontecimentos imprevistos que afetem uma estação, um itinerário ou toda a rede
 - **Posições dos veículos** - informações sobre os veículos, incluindo a localização e o nível de ocupação do interior do veículo
- Permite aos utilizadores planear as suas viagens com maior detalhe










































Fonte: Google Maps

GTFS

Fontes de dados

- Algumas operadoras de Transporte Público nacionais disponibilizam os seus dados abertos no NAP Portugal, ou nos seus sítios próprios
 - É altamente recomendado que tenham os seus GTFS
 - Ganhos de utilização
- Ver dados Carris Metropolitana
 - <https://carrismetropolitana.pt/opendata>
- O [TransitLand](#) e o [Mobility Database](#) são um arquivo de dados GTFS a nível mundial que incluem versões dos mesmos
 - Permite análises para ano X, ou comparar acessibilidades

Transit Provider	Location	Description	Data Format
CP - Comboios de Portugal	 Portugal		 GTFS Schedule
S.A. + 1	 Portugal	Interurbano, Urbano	 GTFS Schedule
Metro de Lisboa (Metro)	 Portugal, Lisboa		 GTFS Schedule
Fertagus	 Portugal		 GTFS Schedule
Câmara Municipal de Águeda	 Portugal, Aveiro, Águeda		 GTFS Schedule
Transtejo	 Portugal		 GTFS Schedule
Daytrip Shuttle	 Portugal		 GTFS Schedule
E.M. + 2	 Portugal, Lisboa, Cascais	MobiCascais	 GTFS Schedule
Carris Metropolitana	 Portugal		 GTFS Schedule
Metro do Porto	 Portugal, Porto, Porto		 GTFS Schedule
Sociedade de Transportes Colectivos do Porto	 Portugal		 GTFS Schedule
Transportes Urbanos de Braga (TUB)	 Portugal, Braga, Braga		 GTFS Schedule
Carris	 Portugal		 GTFS Schedule
Carris Metropolitana	 Portugal		 GTFS Realtime 
Carris	 Portugal		 GTFS Realtime 
Carris Metropolitana	 Portugal		 GTFS Realtime 
Renfe	 Spain  Portugal  France	Alta-Velocidad-Larga Distancia-Media	 GTFS Schedule

NeTeX

Outro standard de dados de Transporte Público

- NeTeX - Network Timetable EXchange
 - <https://transmodel-cen.eu/index.php/netex/>
- É usado por algumas operadoras de TP em Portugal
- Os dados NeTeX usam o formato `.xml`, o que pode tornar a informação mais difícil de ler ou editar.

GBFS

Standard de dados para mobilidade partilhada

- GBFS - General Bicycle Feed Specification
 - <https://gbfs.org/>
- Dados de sistemas de mobilidade **partilhada** e **micromobilidade**:
 - bicicletas, trotinetas, motociclos e automóveis
- Incluem informações sobre:
 - **Localização** e **disponibilidade** de veículos, estações e docas
 - **Caraterísticas** do veículo - tipo de energia, distância que ainda pode ser percorrida
 - **Preços** do serviço e condições de aluguer
 - Áreas delimitadas geograficamente para **regras** relacionadas com **velocidade** permitida, **estacionamento** e **zonas proibidas**
- Aplicações de Mobility as a Service (MAAS)

GTFS

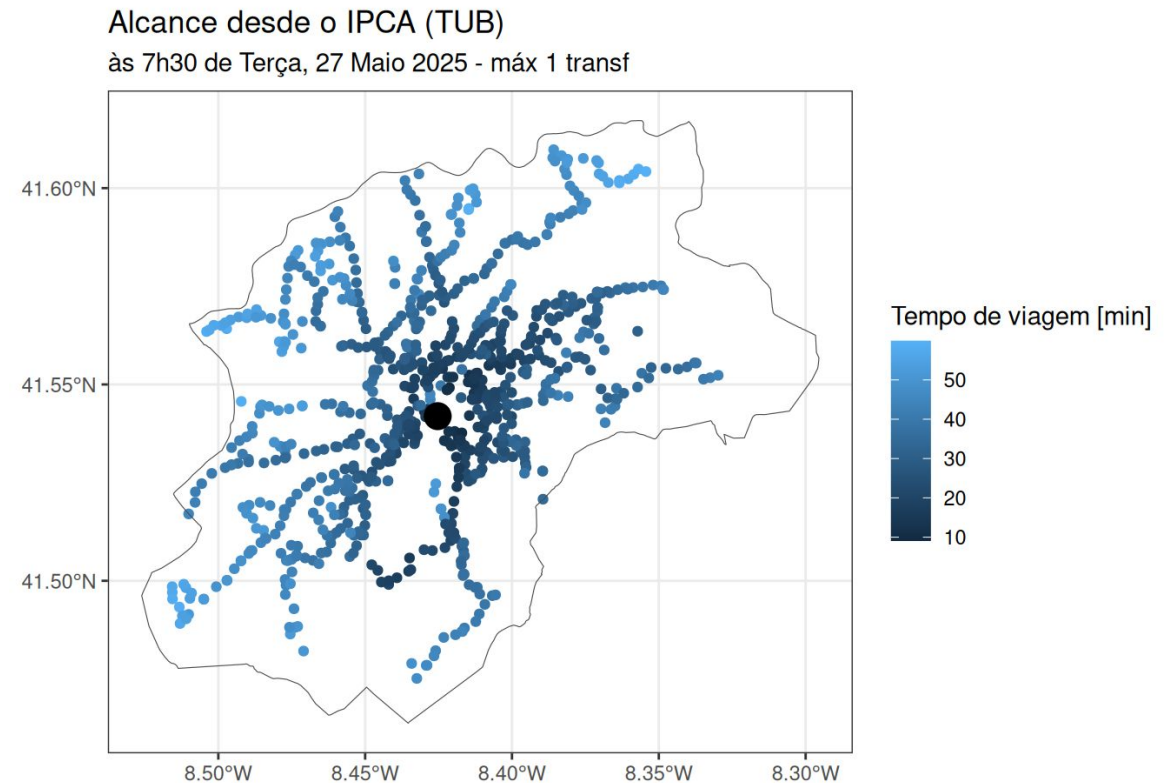
Análise de dados GTFS com R

Desafio: Ver quanto tempo demora a alcançar cada estação a partir do IPCA (Braga)

1. num **dia útil** em hora de ponta
2. num **domingo** de noite

Dados ds Transportes Urbanos de Braga (TUB)
Dados do Metro de Lisboa

- Abrir o RStudio
- Abrir o script em [code/gtfs.R](#)



Acessibilidade com r5r

Acessibilidade

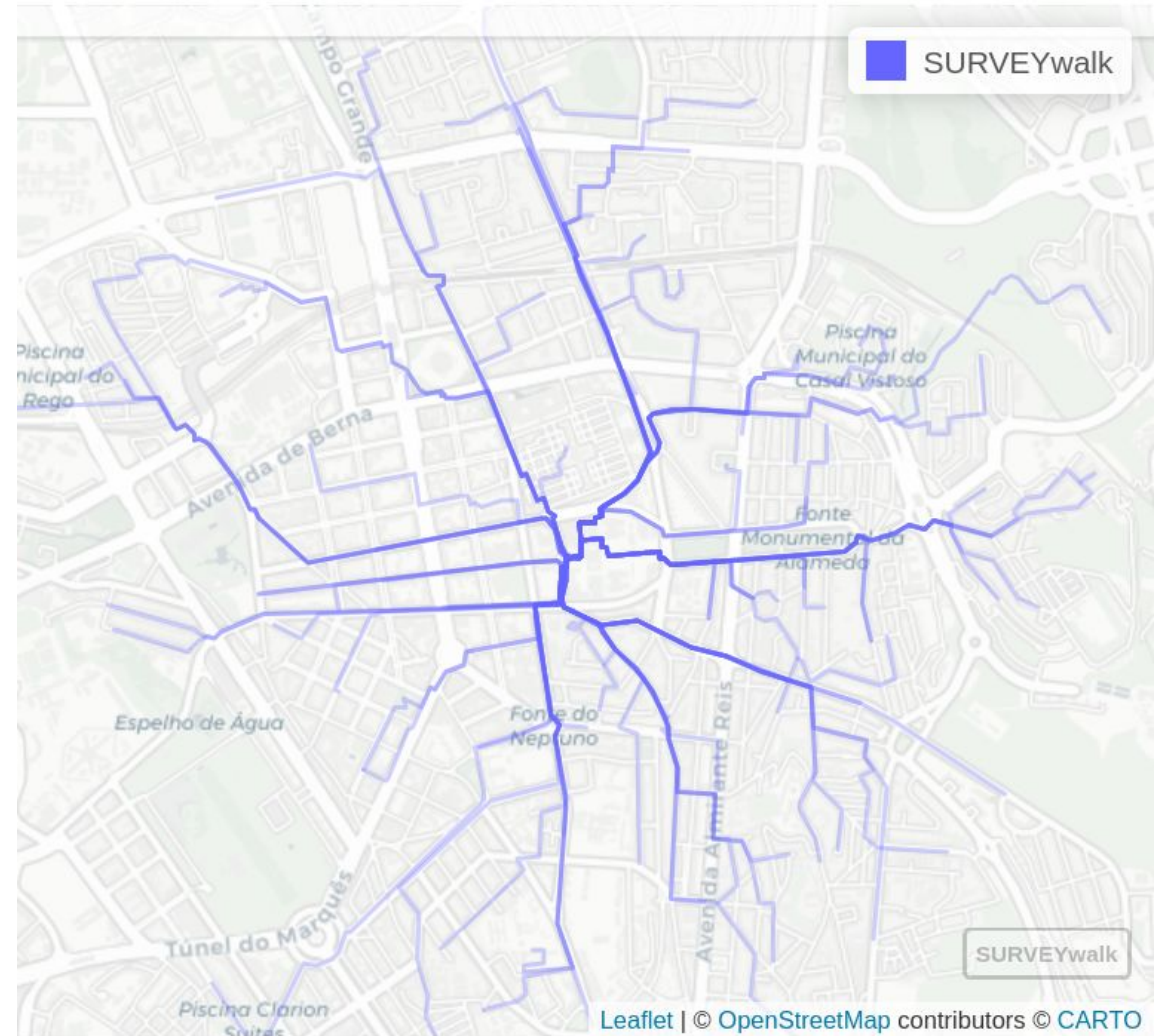
r5r

- O pacote r5r permite criar um **modelo de rede** que compila todos os detalhes da rede viária e da rede de transportes públicos
- A partir deste modelo, é possível estimar **percursos nos vários modos de transporte** (distância, duração, rotas)
- O modelo usa os seguintes dados:
 - **Rede viária** (*OpenStreetMap*1 em formato [.osm.pbf](#))
 - **GTFS*** dos vários operadores (1 único [.zip](#) ou vários)
 - **Modelo digital do terreno*** ([.tiff](#)), para impedâncias nos modos a pé e bicicleta
- No caso dos transportes públicos, podemos ainda restringir o **número máximo de transferências**, os **modos** possíveis, e o **modo egress** (a pé ou bicicleta).
- O r5r é uma **ferramenta poderosa** para avaliar **viagens intermodais**

Acessibilidade

r5r percursos

- Exemplo de percursos estimados **a pé** até ao Instituto Superior Técnico, usando a rede *OpenStreetMap*
- Podemos usar múltiplas origens e destinos
- Podemos estimar rapidamente os percursos em TP entre todos os pares OD das freguesias da AML

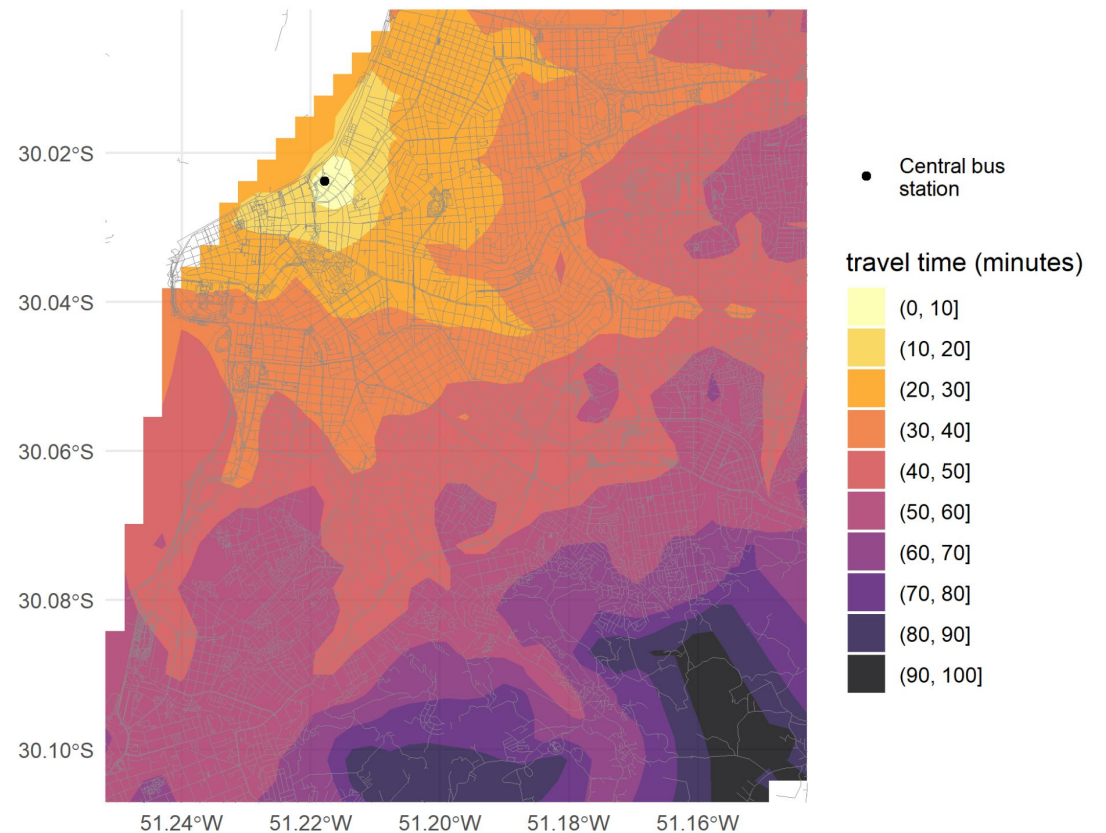


Acessibilidade

r5r isócronas

- Isócronas são representações gráficas que mostram a igualdade de tempo entre diferentes pontos de um determinado espaço geográfico
- Com base nos dados GTFS do Metro de Lisboa e da Carris, podemos estimar o acesso ao território de Lisboa
 - Para uma hora de ponta
 - Para um domingo de noite

Abrir RStudio, Criar novo script, Copiar [code/r5r.R](#) e colar

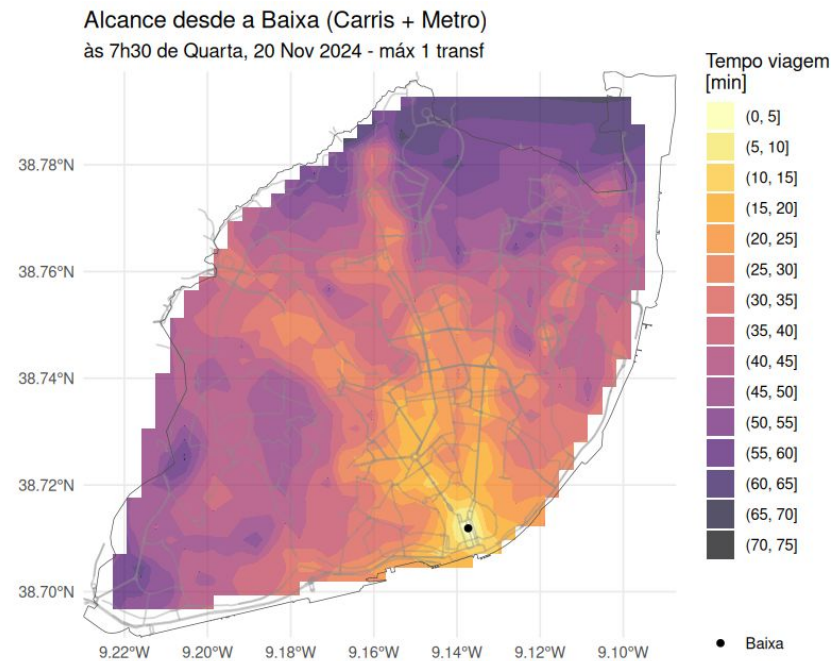


Pereira 2021, Accessibility with r5r

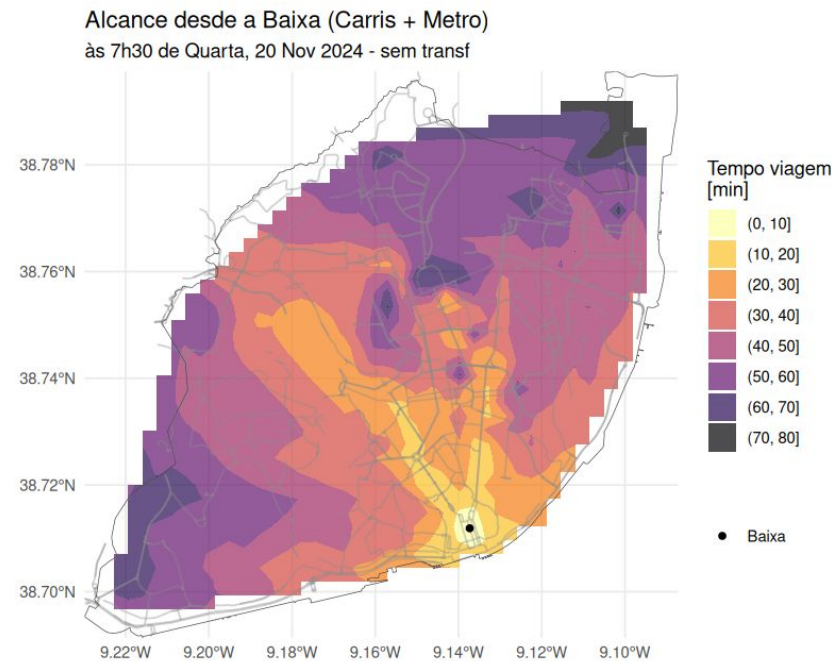
Acessibilidade

r5r isócronas

- **Hora de ponta**, quarta-feira 7h30
- Com máx 1 transferência



Sem transferências



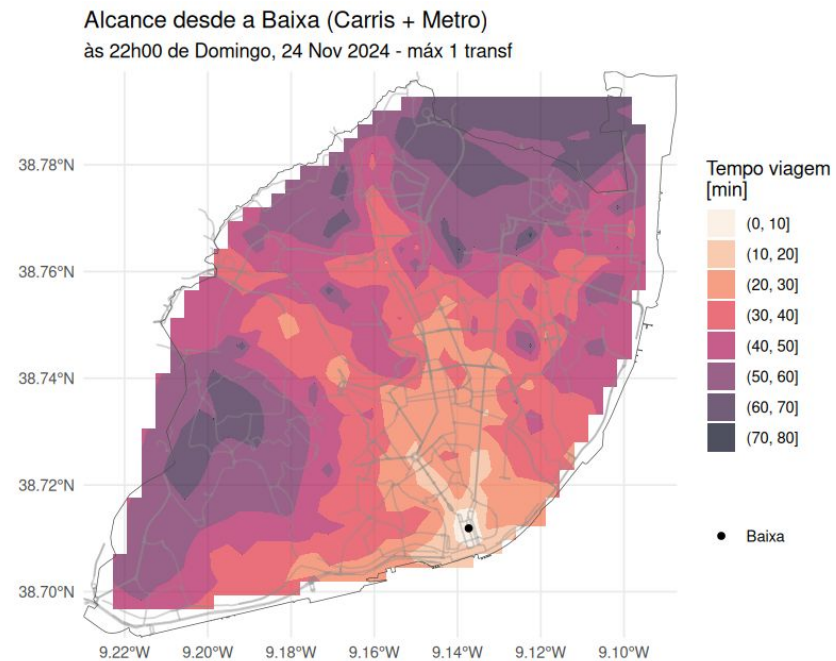
Accessibility with r5r

Acessibilidade

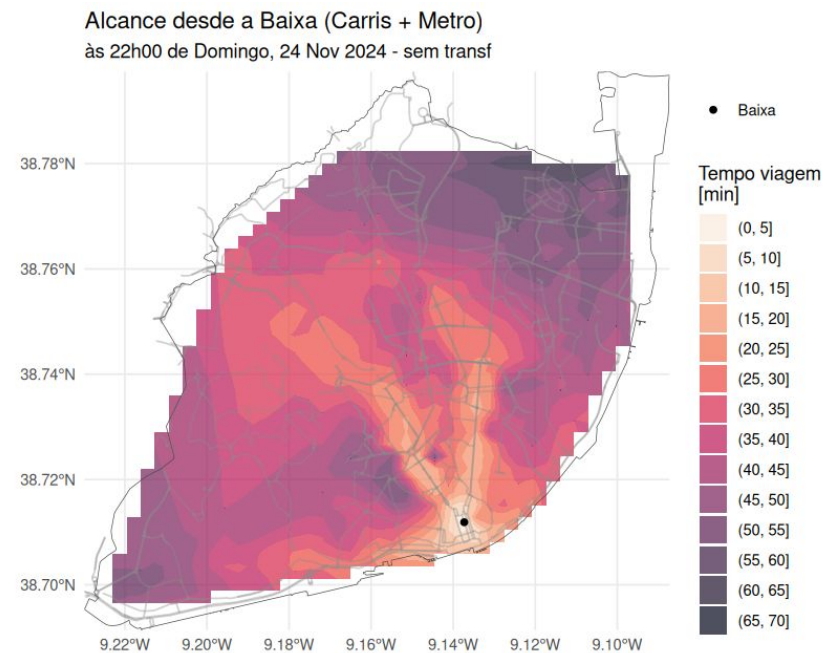
r5r isócronas

▪ Domingo de noite, 22h

- Com máx 1 transferência



Sem transferências



Accessibility with r5r

Acessibilidade

Podemos também avaliar o acesso a **Escolas** ou outros POIs

r5r acessibilidade a oportunidades

▪ Acessibilidade à população

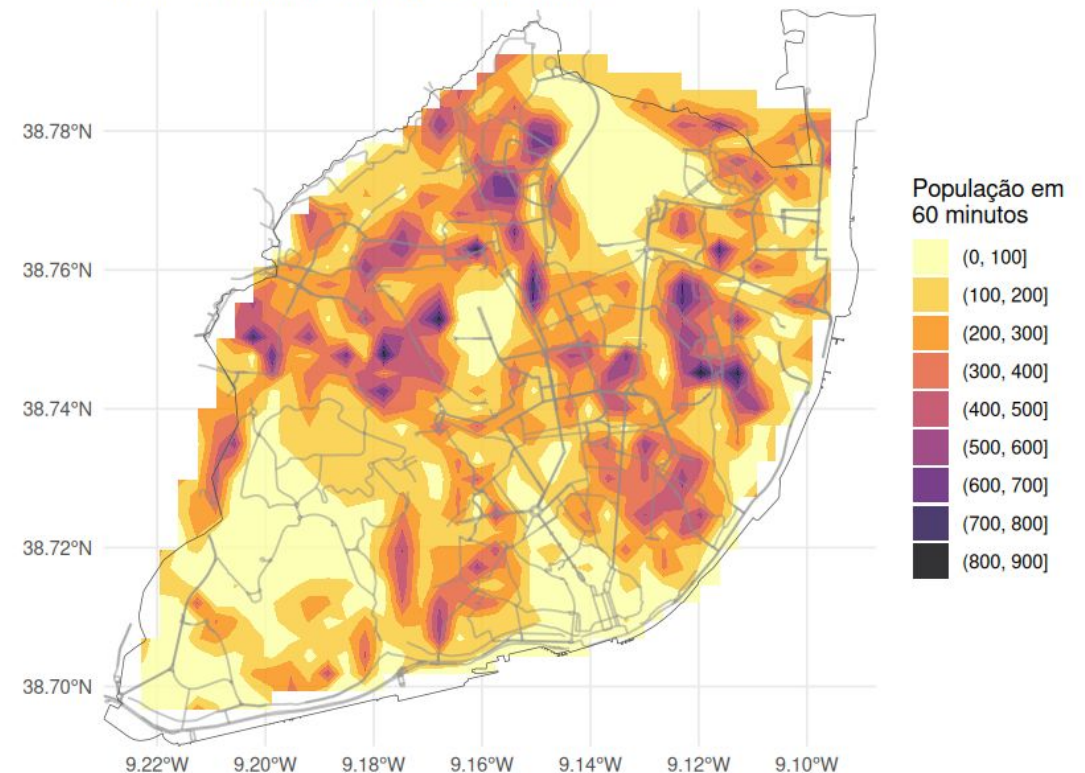
Com 1 transferência

Hora de Ponta	Domingo à noite
35.9% em 30 min	20.9% em 30 min
83.6% em 45 min	43.7% em 45 min
97.4% em 60 min	61.6% em 60 min

Sem transferências

Hora de Ponta	Domingo à noite
22.8% em 30 min	17.6% em 30 min
68.2% em 45 min	38.2% em 45 min
89.7% em 60 min	51.7% em 60 min

População com acesso à Baixa (Carris + Metro)
às 7h30 de Quarta, 20 Nov 2024 - máx 1 transf



GTFS e outros dados abertos para planeamento de transportes

Rosa Félix
rosamfelix@tecnico.pt