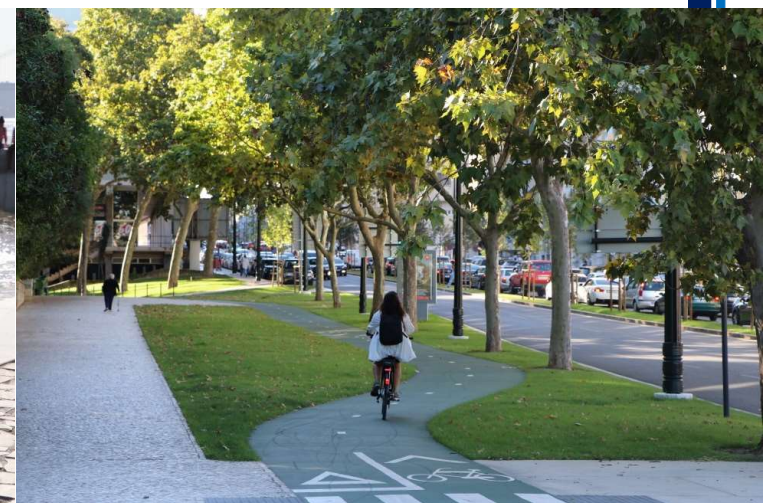
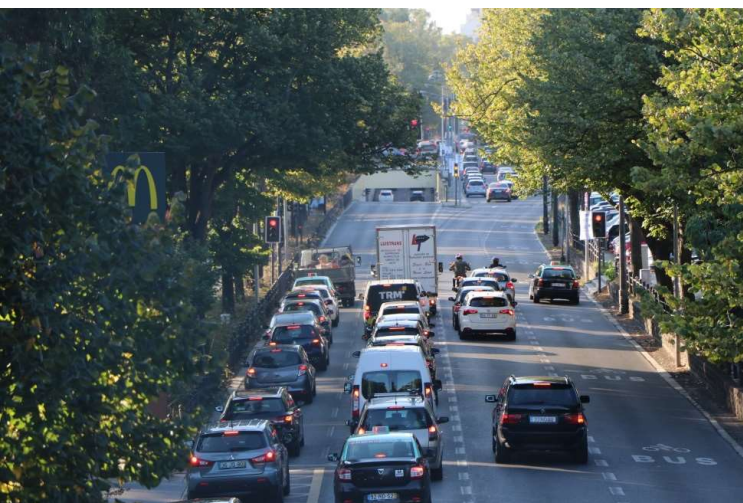


QUALIDADE DO AR EM LISBOA

18 meses de monitorização contínua



M. João Telhado; José Canedo; Pedro Oliveira
C. M. Lisboa: Ambiente | Energia | Alterações Climáticas
Lisboa, 21 março 2023

Desafios



- ✓ A qualidade do ar é um problema global, presente e futuro
- ✓ A atual rede de sensores em Lisboa
- ✓ A importância de 18 meses de monitorização ambiental
- ✓ Estratégias em curso e desafios futuros para a melhoria da qualidade do ar

1. A qualidade do ar é um problema global, presente e futuro

**C40
CITIES**

WHO WE ARE ▾

WHAT WE DO ▾

OUR CITIES

LATEST ▾

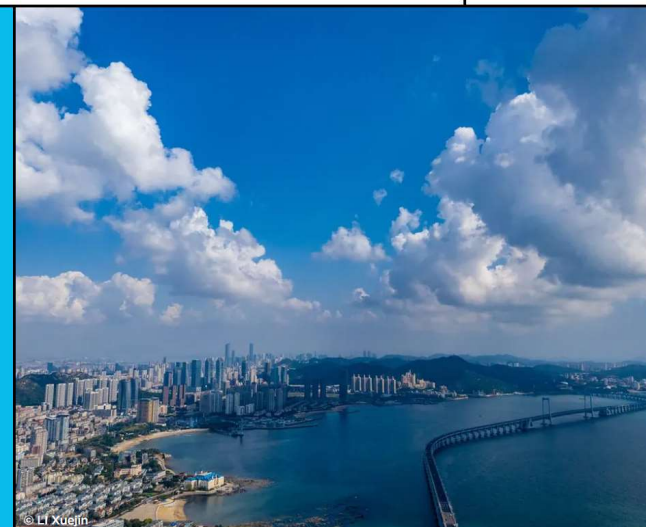
Q

LANGUAGE ▾

Air Quality

Breathing clean air is a human right, but 99% of the world's population lives in areas that exceed safe pollution limits. Breathing dirty air leads to premature death and disease, disproportionately impacting marginalised and vulnerable communities.

Cities are taking urgent action on air pollution to tackle climate breakdown, improve air quality, and create greener, healthier, more resilient cities.



“respirar ar puro é um direito humano”

“viver em áreas que excedem os limites seguros pode levar à morte prematura e a doenças diversas”





Visão da cidade

“Lisboa está hoje mais próxima da cidade **participada**, da cidade **sustentável**, da cidade de **cultura**, de **economia** e **inovação**, da cidade **solidária**, da cidade que **investe em saúde e educação**, e da cidade **resiliente** e **segura** que ambicionamos.”

Grandes Opções do Plano Plurianual de Investimentos 2023-2027

<https://www.lisboa.pt/municipio/organizacao-municipal/financas/instrumentos-previsionais>

Compromissos assumidos



Sendai Framework for Disaster Risk Reduction
2015 - 2030

The Clean Air Cities Declaration

C40 CITY SIGNATORIES

Amman	Dubai	Madrid	Seoul
Austin	Durban (eThekweni)	Medellin	Stockholm
Barcelona	Guadalajara	Milan	Sydney
Bengaluru	Heidelberg	Oslo	Tel Aviv - Yafó
Berlin	Houston	Paris	Tokyo
Bogotá	Jakarta	Portland	Warsaw
Buenos Aires	Lima	Quezon City	Washington DC
Ciudad de México	Lisbon	Quito	
Copenhagen	London	Rio de Janeiro	
Delhi	Los Angeles	Rotterdam	



Efeitos na saúde

Combater os efeitos da **POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA** exige contribuir para se responder ao aparecimento agravamento de **doenças respiratórias e cardiovasculares** e reduzir o número de **mortes prematuras**.

Transport is responsible for around **45 %** of Europe's emissions of nitrogen oxides (NO_x) and a significant proportion of the total emissions of other key pollutants.

Road traffic is the most widespread source of environmental noise, with more than **100 million** people affected by harmful levels in Europe.

Energy production and distribution are the main source of sulphur oxides (SO_x) emissions and a major source of NO_x emissions.



Unsustainable farming practices lead to pollution of soil, water, air and food, overexploitation of natural resources, and biodiversity loss and ecosystem degradation.

The agricultural sector is responsible for more than **90 %** of Europe's ammonia emissions and almost 20 % of emissions of non-methane volatile organic compounds (NMVOCs), such as benzene and ethanol.

Domestic heating is an important source of dust pollution. Commercial, institutional and residential buildings account for **53 %** of fine particulate matter (PM_{2.5}) emissions. Households are also a source of pollution discharges to water.

Waste production and poor waste management contribute to air pollution and affect ecosystems. Dump sites, illegal disposal and littering create further risks, including soil pollution and marine litter.

Número de mortes prematuras atribuídas à poluição do ar em Portugal

Country	Population (1 000)	PM _{2.5}		NO ₂		O ₃	
		Annual mean (a)	Premature deaths (b)	Annual mean (a)	Premature deaths (b)	SOMO35 (a)	Premature deaths (b)
Portugal	9 794	8.4	4 900	15.4	750	4 672	370
EU-28 total	507 558	13.2	379 000	17.8	54 000	4 970	19 400
All countries total	539 742	13.5	417 000	17.6	55 000	4 962	20 600

(41EU)

<https://www.eea.europa.eu/publications/signals-2020>

(dados, 2018)

Diagnostico da cidade



- Lisboa encontra-se alinhada com os líderes mundiais, tendo assinado em 2022 o compromisso **“CLEAN AIR ACCELERATOR”**.
- A estratégia seguida pelo município, contempla a recente revisão dos valores de referência da OMS que impõe a redução dos limiares da EU.

METAS LX



14% - PM₁₀

21% - NO₂

<https://www.c40.org/accelerators/clean-air-cities/>

(ano referência 2011/14)

Diagnostico da cidade



- A evolução da qualidade do ar em Lisboa nos últimos anos, é positiva.
- O destaque é dado aos poluentes de referência (NO_2 e PM_{10}).

**1 gestão
partilhada:**
24 freguesias
18 municípios

100 km²
solo urbano
10 km² PFM
20 km frente
1 aeroporto

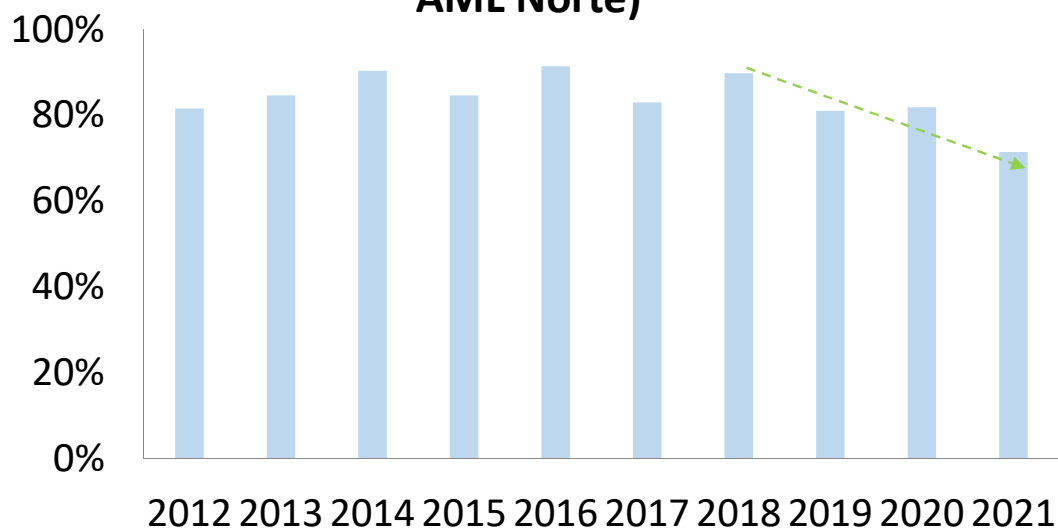
550.000 hab.
24% +65 A
**17% c/
deficiência**

1 M
Indiv/dia
9 M
turist/ano

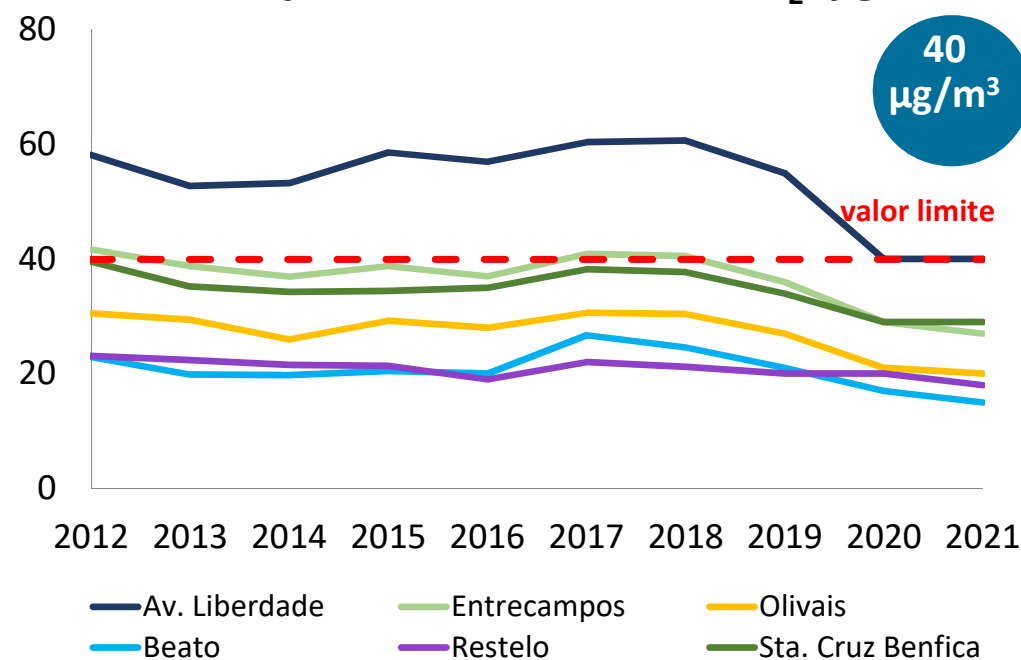
Diagnosticando a cidade

Índice de Qualidade do Ar

(% dias com qualidade do ar Bom e Muito Bom na AML Norte)



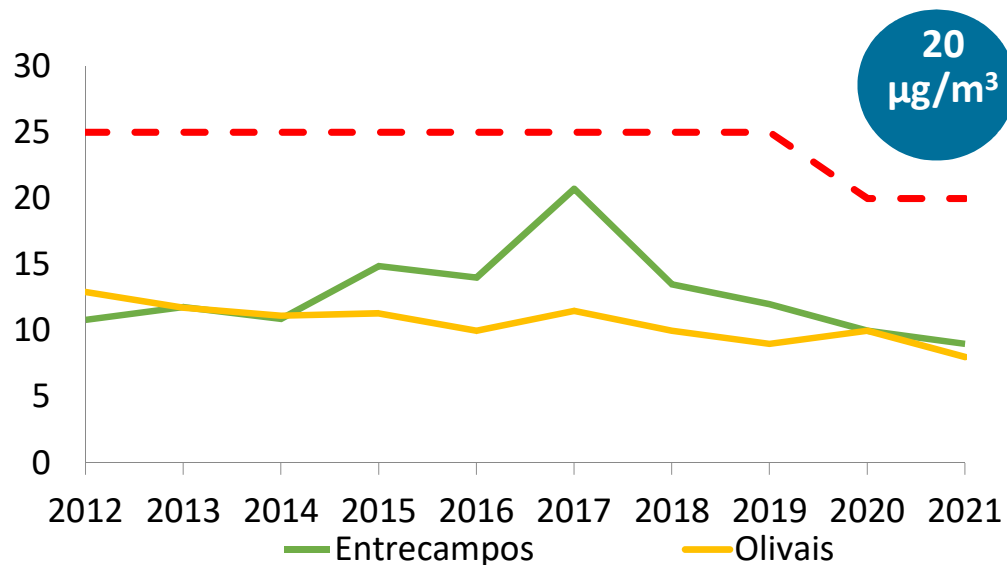
Evolução da média anual de NO₂ (µg/m³)



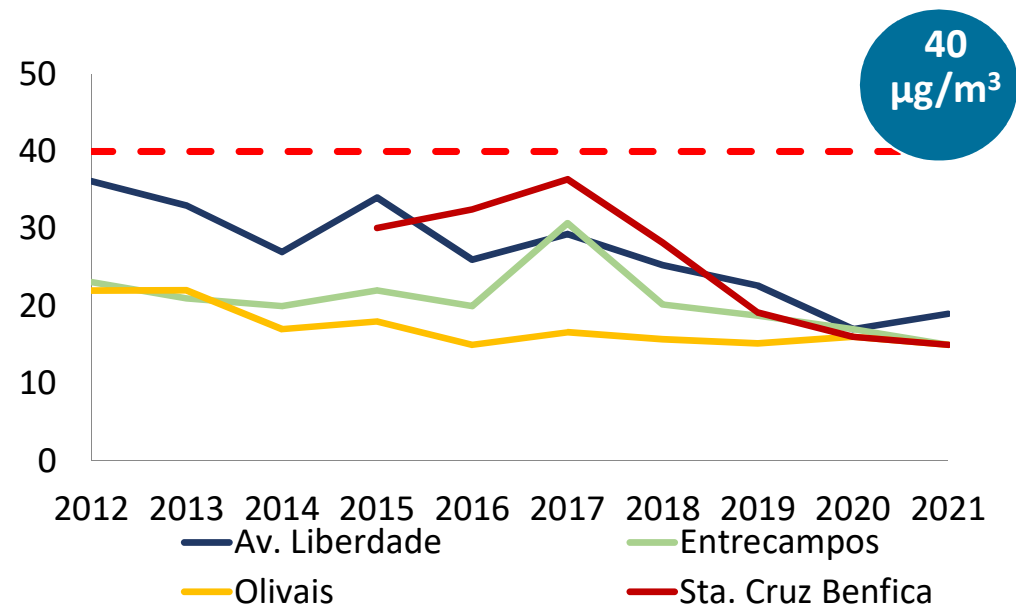
Fonte: APA, CCDR-LVT

Diagnostico da cidade

Evolução da média anual das partículas $PM_{2,5}$ ($\mu g/m^3$)



Evolução da média anual das partículas PM_{10} ($\mu g/m^3$)



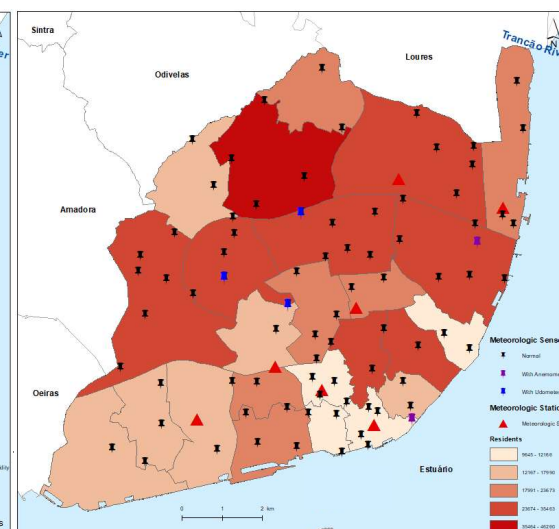
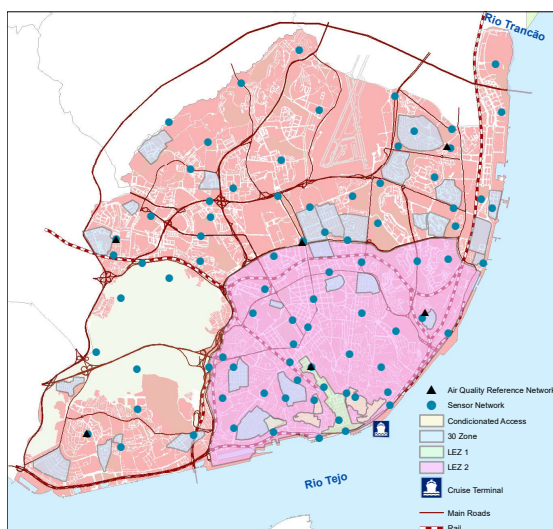
Fonte: APA, CCDR-LVT

2. A atual rede de sensores em Lisboa

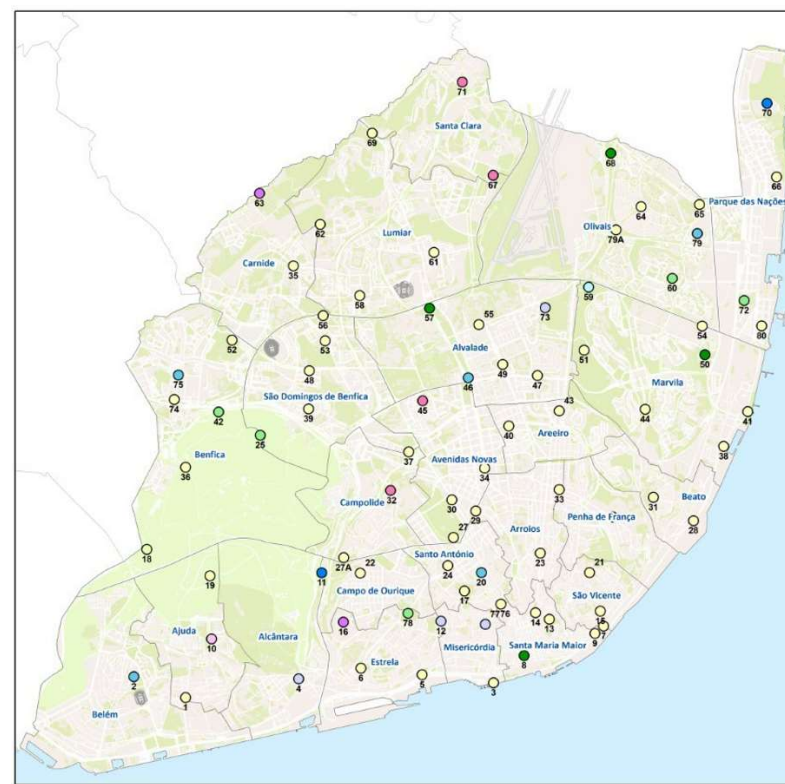
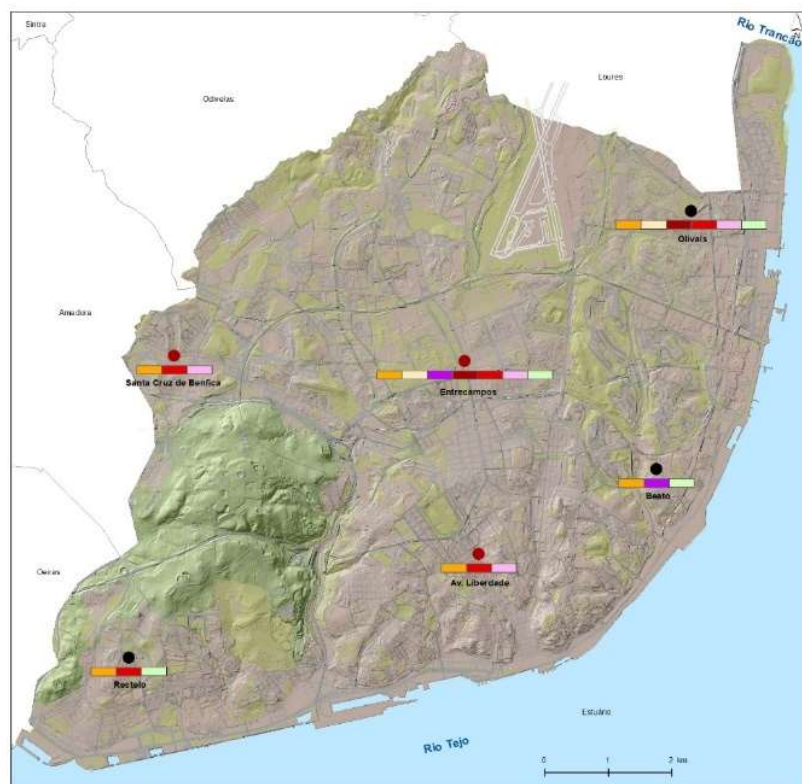


Rede de sensores de Lisboa: requisitos

Multi Critérios



Rede de sensores de Lisboa: comparabilidade e complementaridade



Sensores TIPO LOCAL

- Candeeiro (52)
- Cemitério - Instalações de Apoio (3)
- EMQA (5)
- ETAR (2)
- Edifício Bombeiros (1)
- Edifício Junta (4)
- Edifício Municipal (4)
- Escola (4)
- Espaço Verde - Instalações de Apoio (5)
- Estação Meteorológica (1)
- Parque de Campismo (1)

Câmara Municipal de Lisboa

Sensores Ambientais

Data: Março de 2021
0 0,5 1 km

Fonte: CML/DMAE/VE/DAAE/CAE
Sistema de Coordenadas ETRS-89 - TM06

Rede de sensores de Lisboa: principais características

80
Estações

16
parâmetros

+ 550
sensores

24 meses
dados
online/H



64%
Instalação em
candeeiros

Autonomia
Redundância
Comunicações
e Energia

Proteção
Segurança
abrigo

Plataforma
acesso
público

investimento municipal > 350.000€ a 3 anos

Rede de sensores de Lisboa enquanto plataforma pública



<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoieGE4YjlkMmMtMzliNi00NDg1LWJkZmEtMTE1YjE1MmNhNzQyIiwidCI6ImEyNmRlZWJlTGzN2QtNGU5OS04N2EYLThmZDAwMjQ2NzE3MmIsImMiOiJ9>

Rede de sensores de Lisboa enquanto plataforma pública

LISBOA
ABERTA

Monitorização da Qualidade do Ar

Última atualização

18-03-2023 10:30:34

18-03-2023 10:00:00

Última Leitura (UTC+1)

LOCALIZAÇÃO

RUÍDO

ESTADO DO TEMPO

TRÁFEGO

DADOS

HISTÓRICO

ÍNDICE AQ

METAINFORMAÇÃO

SELECIONAR ESTAÇÃO

- ☐ Seleccionar tudo
- ☐ 1 - Calçada da Ajuda
- ☐ 10 - Alto da Ajuda - Rua Sá Nogueira
- ☐ 11 - Avenida de Ceuta
- ☐ 12 - Rua de São Bento
- ☐ 13 - Rua Damasceno Monteiro
- ☐ 14 - Praça Martim Moniz
- ☐ 15 - Campo de Santa Clara
- ☐ 16 - Cemitério dos Prazeres
- ☐ 17 - Jardim Botânico
- ☐ 18 - Parque de Campismo de Lisboa
- ☐ 19 - Monsanto - Alameda Keil do ...
- ☐ 2 - Restelo - Rua Gonçalo Velho Ca...
- ☐ 20 - Avenida da Liberdade - Rua M...
- ☐ 21 - Rua dos Sapadores
- ☐ 22 - Campo de Ourique
- ☐ 23 - Avenida Almirante Reis
- ☐ 24 - Rua Braamcamp
- ☐ 25 - Monsanto - Parque Ecológico
- ☐ 26 - Parada Alto de São João
- ☐ 27 - Marquês de Pombal - Alamed...
- ☐ 28 - Beato - Avenida Infante Dom ...
- ☐ 29 - Avenida Fontes Pereira de Melo
- ☐ 3 - Cais do Sodré
- ☐ 30 - Avenida António Augusto de ...
- ☐ 31 - Largo da Madre de Deus



N.º DE SENSORES

4

N.º DE SE...

1

N.º DE SE...

1

N.º DE SE...

0

N.º DE SE...

1

N.º DE SE...

1

N.º DE SE...

0

LISBOA
ABERTA

Dados

LOCALIZAÇÃO

QUALIDADE DO AR

RUÍDO

ESTADO DO TEMPO

TRÁFEGO

HISTÓRICO

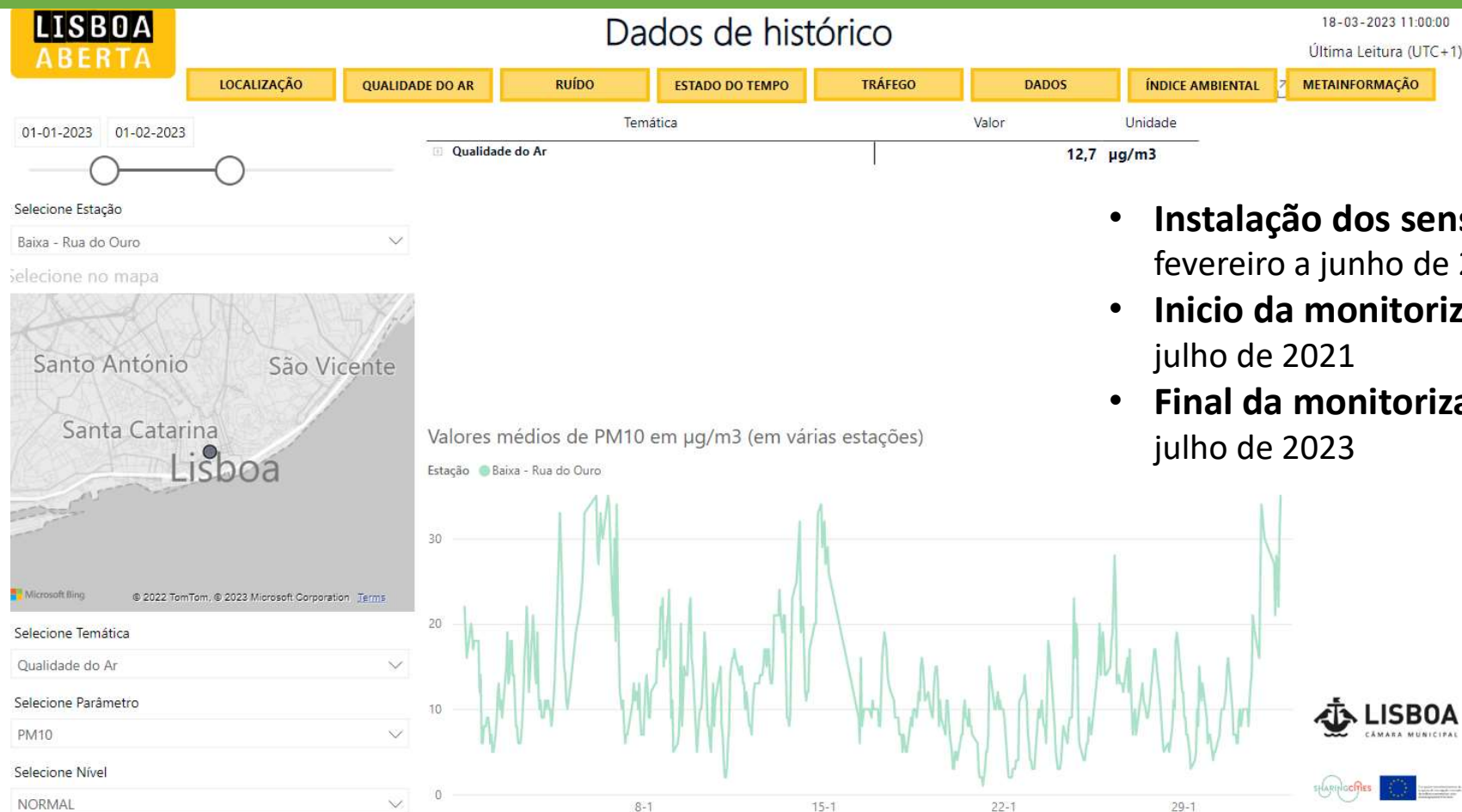
Selecione Estação

- ☐ 41 - Jardim do Braço de Prata
- ☐ 42 - Travessa de Francisco Rezende
- ☐ 43 - Avenida Almirante Gago Coutinho
- ☐ 45 - Rua Frei Carlos
- ☐ 46 - Entrecampos
- ☐ 47 - Avenida dos Estados Unidos da América
- ☐ 48 - Avenida Lusíada
- ☐ 49 - Avenida de Roma
- ☐ 50 - Chelas - Rua Dr. José Espírito Santo
- ☒ 51 - Avenida José Régio

estacao_aferida	Temática	Parâmetro	valorFinal	Unidade	Data Hora
51 - Avenida José Régio_PM10		Qualidade do Ar	PM10	25,0 µg/m3	18-03-2023 10:00:00

Estação	Parâmetro	Valor	Unidade	Data Hora
51 - Avenida José Régio	CO	0,05	mg/m3	18-03-2023 10:00:00
51 - Avenida José Régio	NO2	17,00	µg/m3	18-03-2023 10:00:00
51 - Avenida José Régio	PM10	25,00	µg/m3	18-03-2023 10:00:00
51 - Avenida José Régio	PM25	10,00	µg/m3	18-03-2023 10:00:00

Rede de sensores de Lisboa enquanto plataforma pública



- **Instalação dos sensores:** fevereiro a junho de 2021
- **Início da monitorização:** julho de 2021
- **Final da monitorização:** julho de 2023

Rede de sensores de Lisboa enquanto plataforma pública

LISBOA
ABERTA

Metainformação

LISBOA
CÂMARA MUNICIPAL

LOCALIZAÇÃO

QUALIDADE DO AR

RÚIDO

ESTADO DO TEMPO

TRÁFEGO

DADOS

HISTÓRICO

METAINFORMAÇÃO



Critérios de Emissão de Índice Ambiental Lisboa

Parâmetro de Monitorização	Indicador de medida	Normalida de	Índice Ambiental Lisboa		
		Verde	Amarelo	Laranja	Vermelho
Estado do Tempo					
Precipitação	Precipitação acumulada (média horária) – mm/h	< 10	10 a 20	21 a 40	> 40
Vento	Velocidade média (média horária) – km/h	< 70	70 a 90	91 a 130	> 130
Temperatura	Temperatura do ar: Tempo frio quente (média horária) °C	>3 < 34	3 a 1 34 a 37	0 a -1 38 a 40	< -1 > 40
Índice Ultravioleta	IUV	1 a 5	6 a 7	8 a 10	>=11
Qualidade do Ar					
	Dióxido de Azoto (média horária) µg/m³	0 a 100	101 a 200	201 a 400	> 401
	Ozono (média horária) µg/m³	0 a 100	101 a 180	181 a 240	> 241
	Dióxido de Enxofre (média horária) µg/m³	0 a 200	201 a 350	351 a 500	> 501
	Partículas em suspensão (PM10) (média horária) µg/m³	0 a 35	36 a 50	51 a 100	> 101
	Partículas em suspensão (PM2.5) (média horária) µg/m³	0 a 20	21 a 25	26 a 50	> 51
Ruído					
Ruído	LAeq (média horária) dB(A)	0 a 54	55 a 59	60 a 64	> 65 dB

Radiação global, Ozono, Benzeno e Monóxido de Carbono (sem índice definido)

1. Dióxido de Azoto (NO₂) - média horária, µg/m³
2. Ozono (O₃) - média horária, µg/m³
3. Partículas (PM25) – média horária, µg/m³
4. Partículas (PM10) – média horária, µg/m³
5. Dióxido de enxofre (SO₂) – média horária, µg/m³
6. Benzeno (C₂H₆) – média horária µg/m³
7. Monóxido de Carbono (CO) – média horária, mg/m³

[Câmara Municipal de Lisboa, Ambiente, Qualidade Ambiental, Ar - MUNICÍPIO de LISBOA](#)

[Lisboa Aberta - dados.gov.pt - Portal de dados abertos da Administração Pública](#)

[ENTRADA \(cm-lisboa.pt\)](#)

Rede de sensores de Lisboa : lições aprendidas

Princípio da transparência

- Disponibilizar no portal dos dados CML, médias em tempo real

Princípio da validação (> 01.01.2023)

- Analisar mensalmente os dados e catalogá-los em: V – validados; I – Invalidados (causas controladas); P – Por validar (valores anómalos) Responsabilidade: consórcio

Princípio da Comparabilidade

- Comparar os dados fornecidos com os das estações de referência.
- Em situações extremas proceder-se à substituição de componentes

Rede de sensores de Lisboa : lições aprendidas

- Ausência de dados | receção de dados fora de limites

Sistema de Comunicação:

Rede WIFI 4G, 5G Rede LORA
Zonas de sombra e de interferência
Desfasamento temporal - receção
Intervenientes: Local
| Consórcio | cidade
| cidadão

Alimentação de Energia:

Elétrica
Painéis solares (limitações no funcionamento em período noturno, sem claridade. Como redundância foi colocado um painel suplementar)

Plataforma/ Ferramenta de Gestão de Informação

Tipologia de Destinatários

Base de dados

BIG DATA:

Estruturação de campos (unidades, estatísticas, UTC)
Compatibilização de fontes e formatos
Periodicidade de atualização
Alarmística
Perfil de acesso
Arquivo

Rede de sensores de Lisboa : lições aprendidas

- Ausência de dados | receção de dados fora de limites

Restrição COVID 19:

dificuldade na aquisição de equipamentos devido a falhas de fornecimento no mercado

Interrupção na rede ataques informáticos:

cortes de transmissão de dados em tempo real. Em resposta foram revistos os procedimentos de localização e proteção dos servidores

Saturação do equipamento:

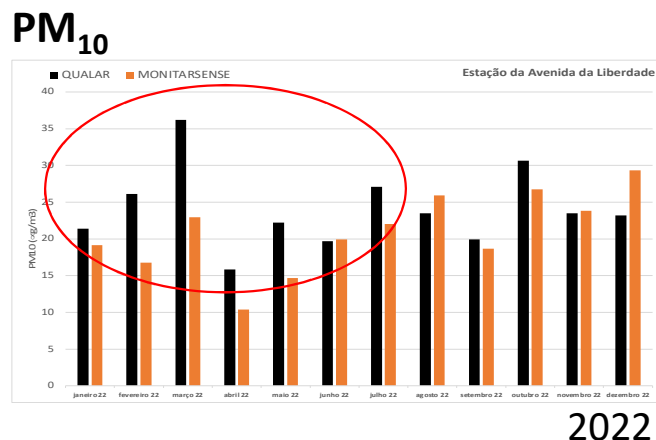
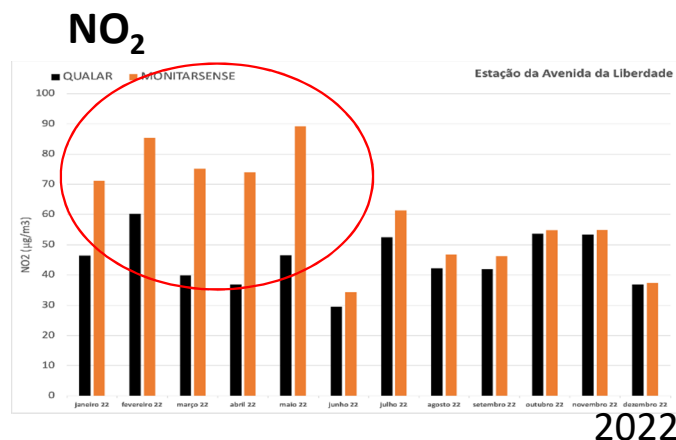
a influência de tráfego altera médias extremamente elevadas no NO_2 e O_3 . Os valores normalizam com a limpeza do sensor

Elementos estranhos

(aracnídeos, pequenos animais e poeiras):

responsáveis por falhas na transmissão de dados (udómetros e sensores de partículas)

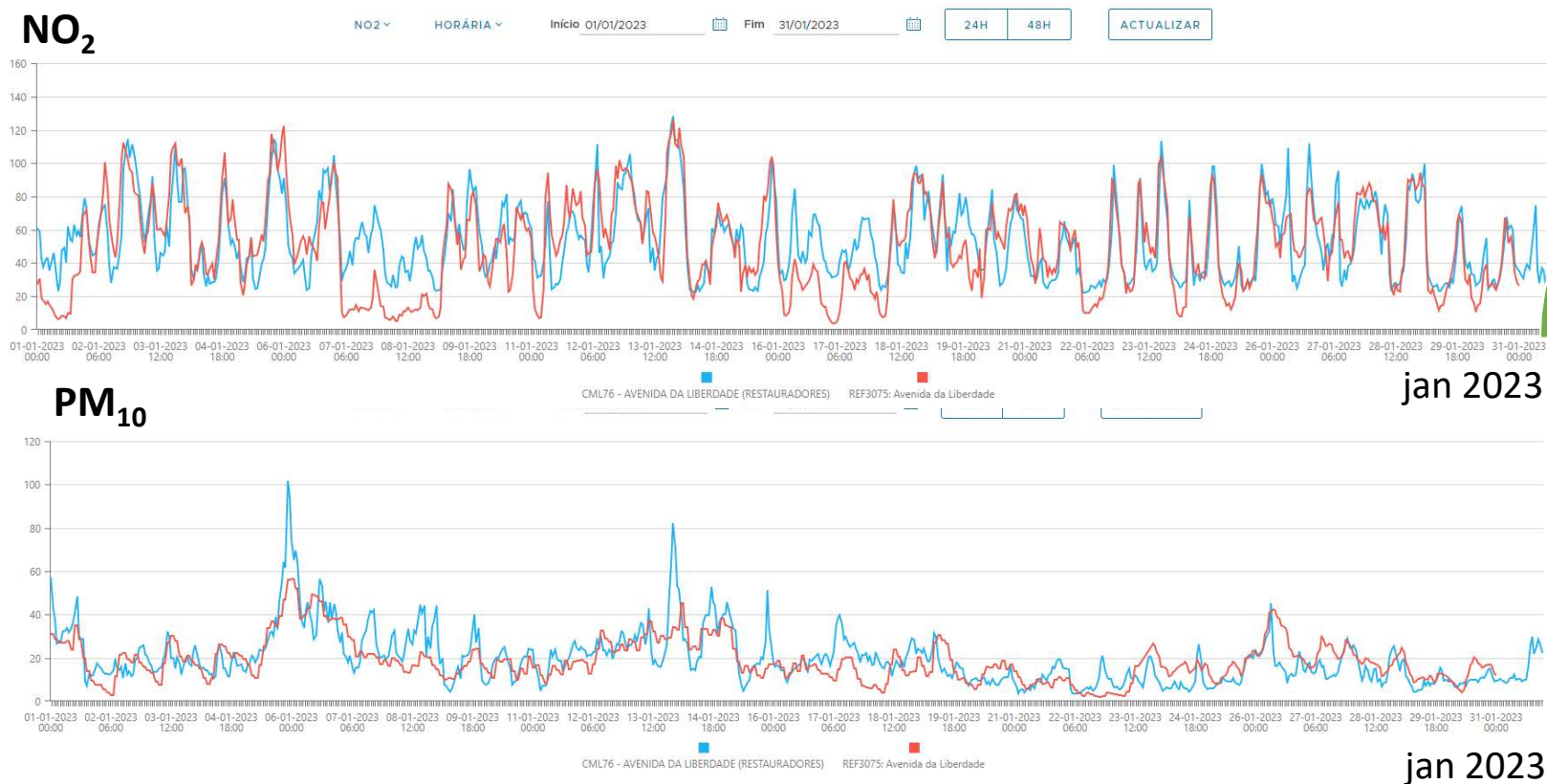
Calibração | Comparação dos dados dos sensores com os das estações de referência



- O “zero” elevado do NO₂ afeta o desempenho da estação;
 - O sensor de PM₁₀ a apresentar concentrações inferiores devido a alguma sujidade.
-
- O “zero” do NO₂ foi ajustado;
 - O sensor de PM₁₀ foi substituído.

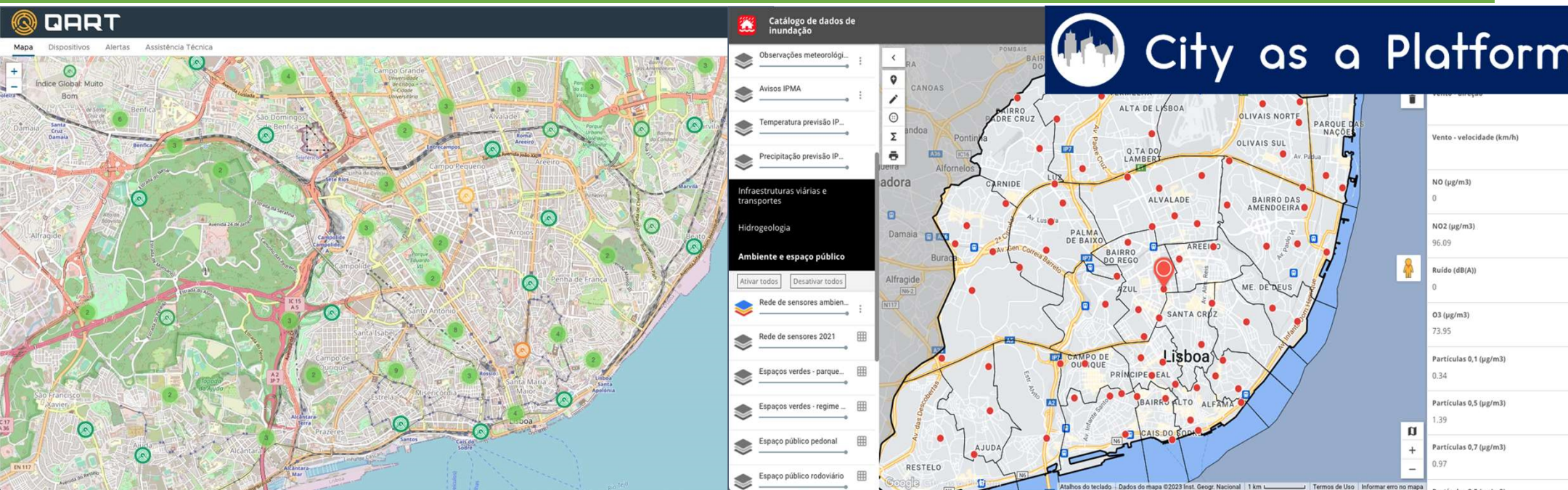


Calibração | Comparação dos dados dos sensores com os das estações de referência



**Trabalho de
melhoria
contínua**

Integração de dados entre plataformas (*Application Programming Interface - API*)



- Armazenamento de dados históricos | tempo real
- Partilha de dados em tempo real
- Garantia de continuidade | integração futura

3. A importância de 18 meses de monitorização ambiental

CITIES

[Back to cities map](#)

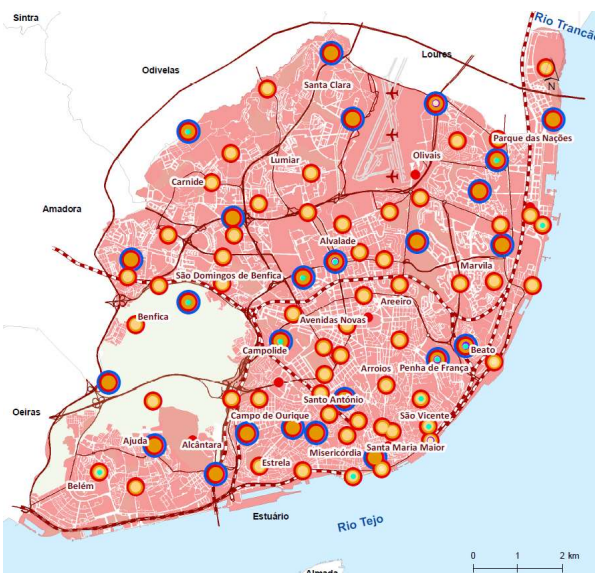
**Lisbon,
Portugal**

Mayor Carlos Moedas

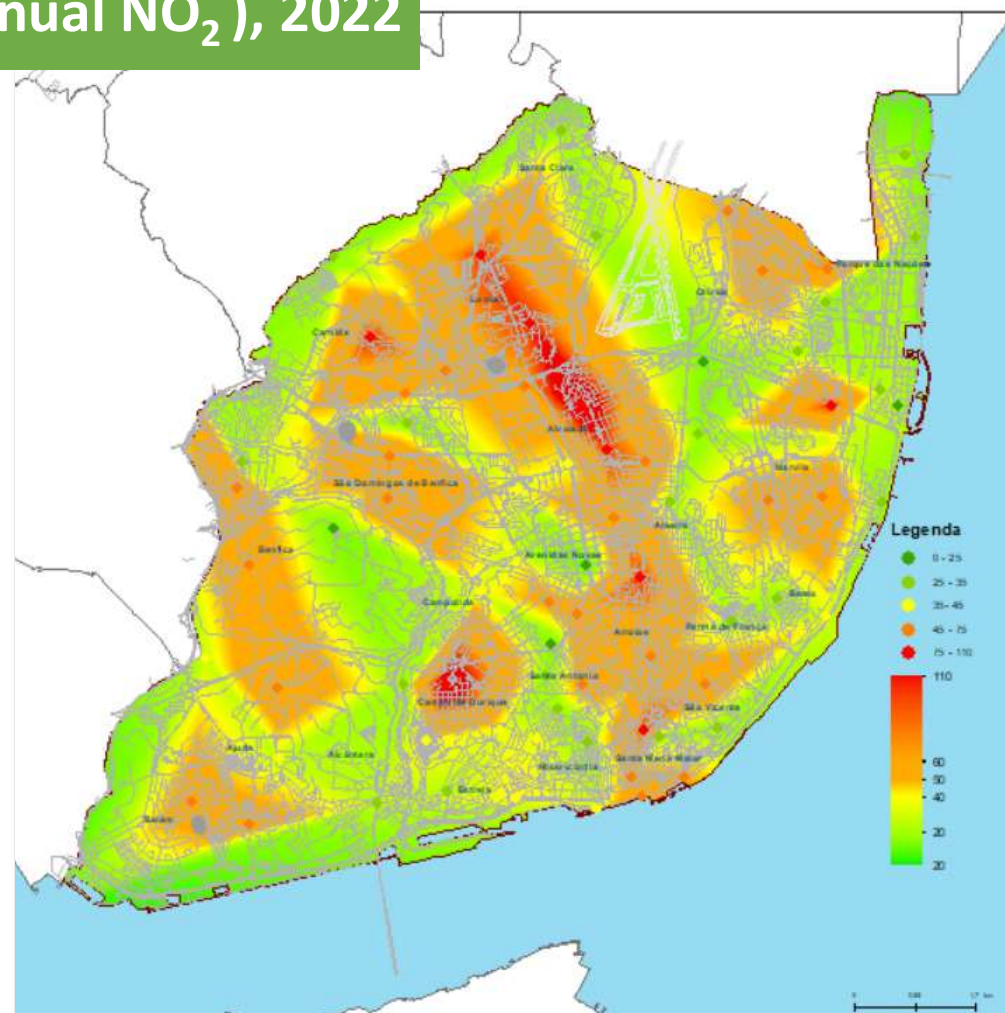
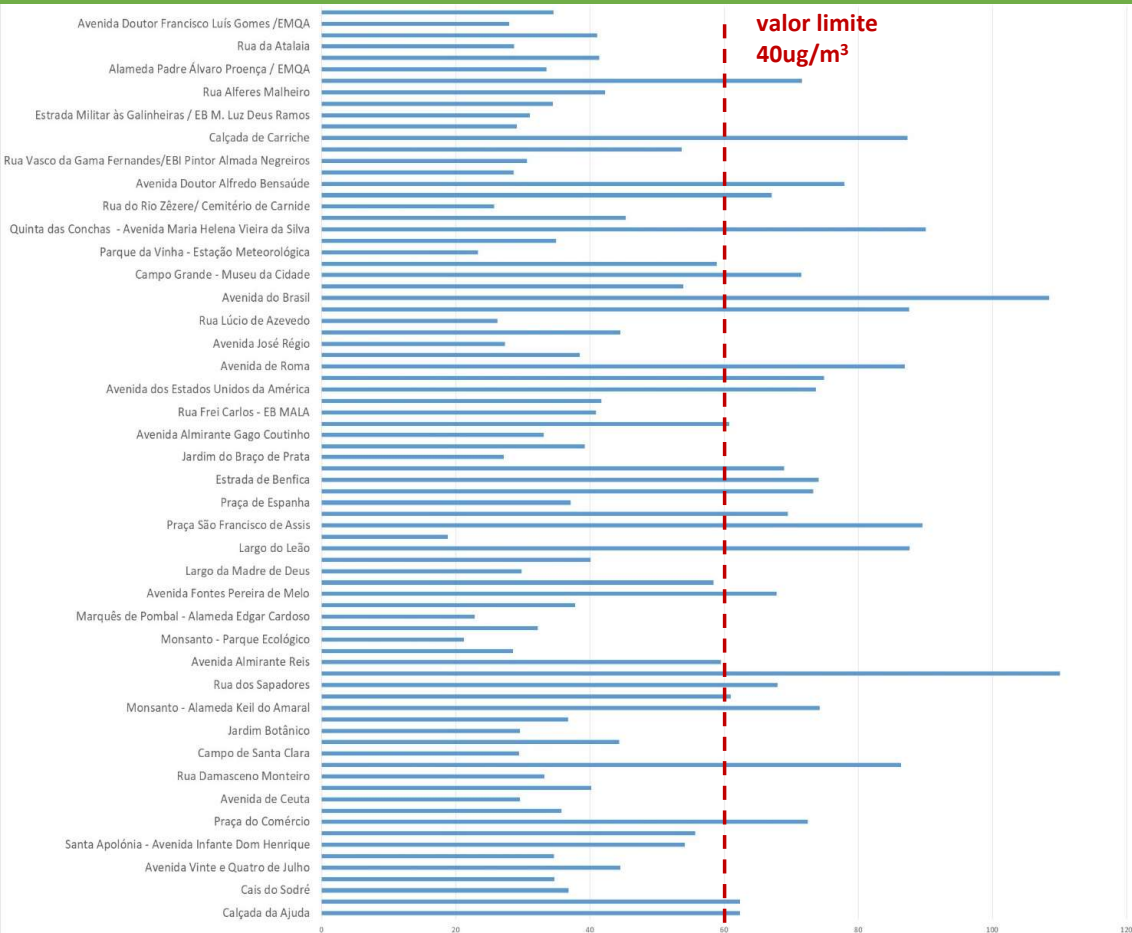
Member Since 2019

<https://www.c40.org/cities/lisbon/>

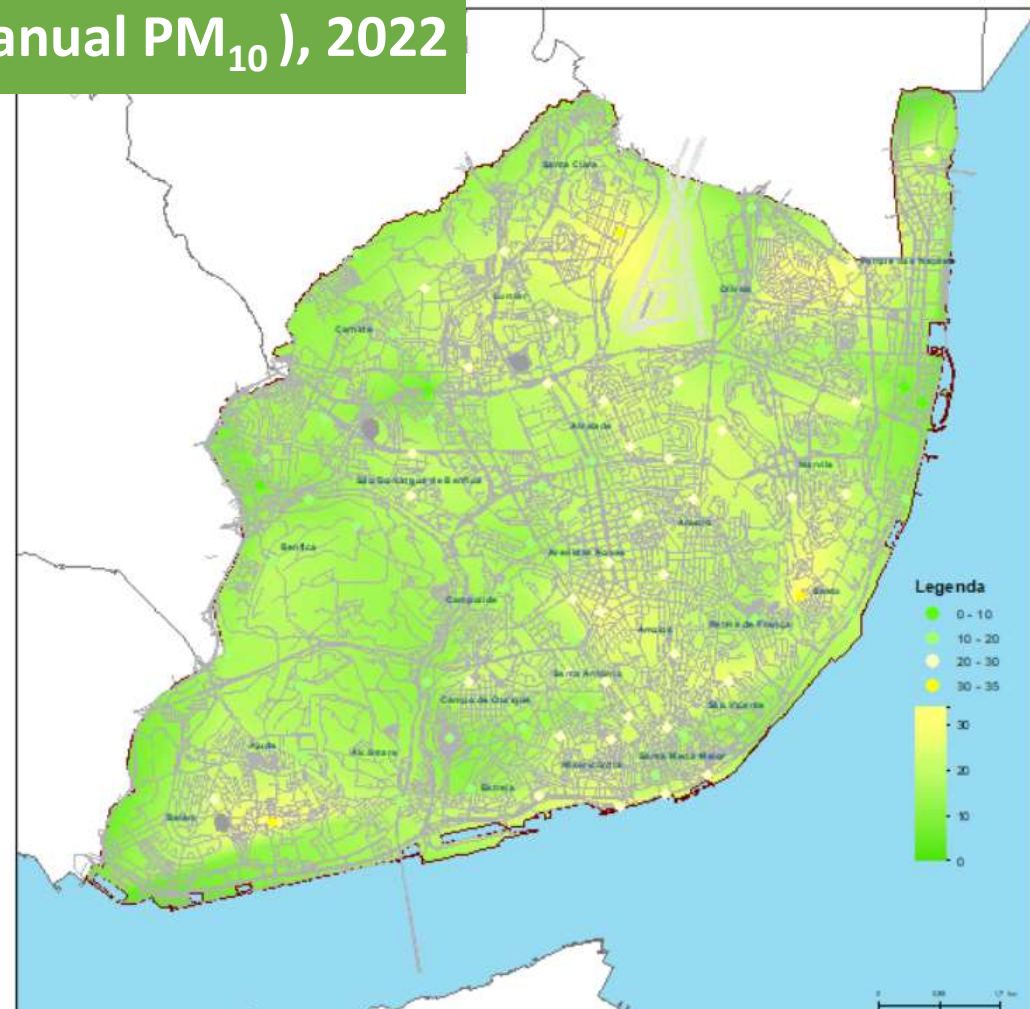
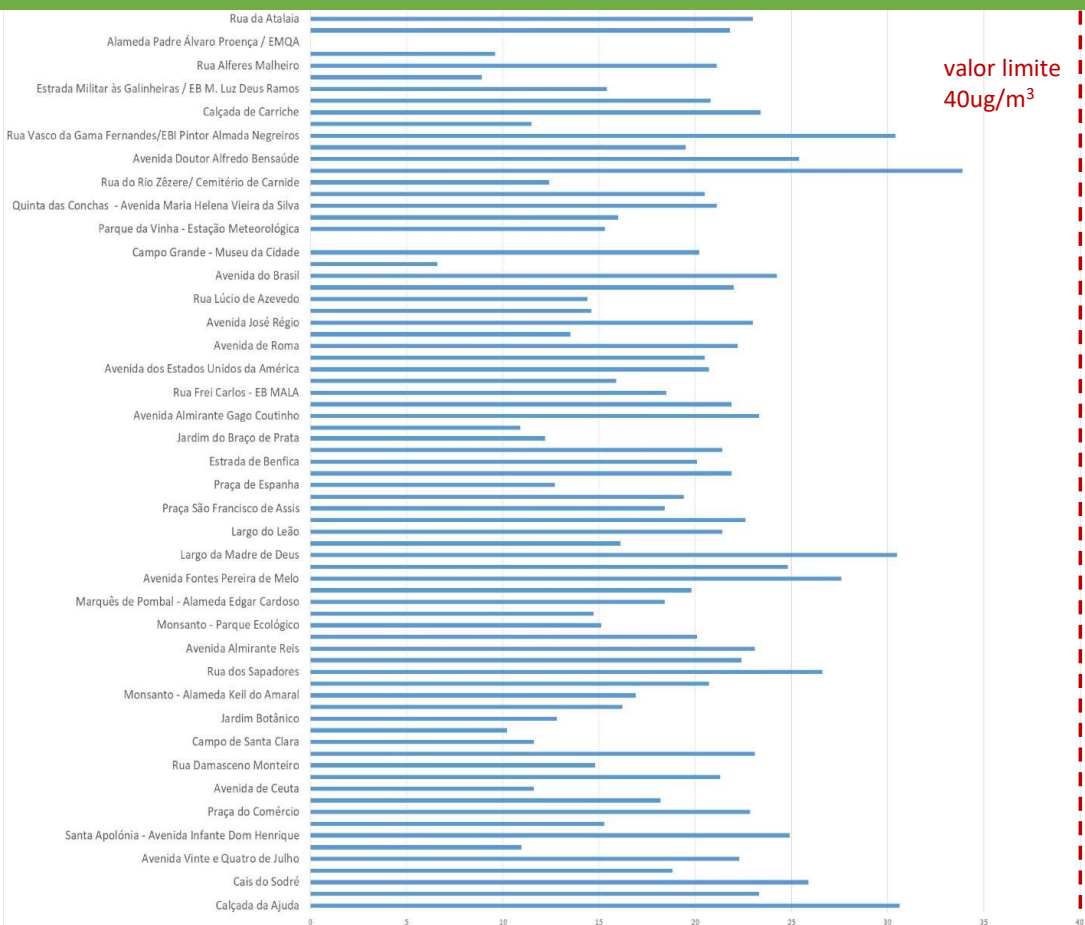
Member since 2019



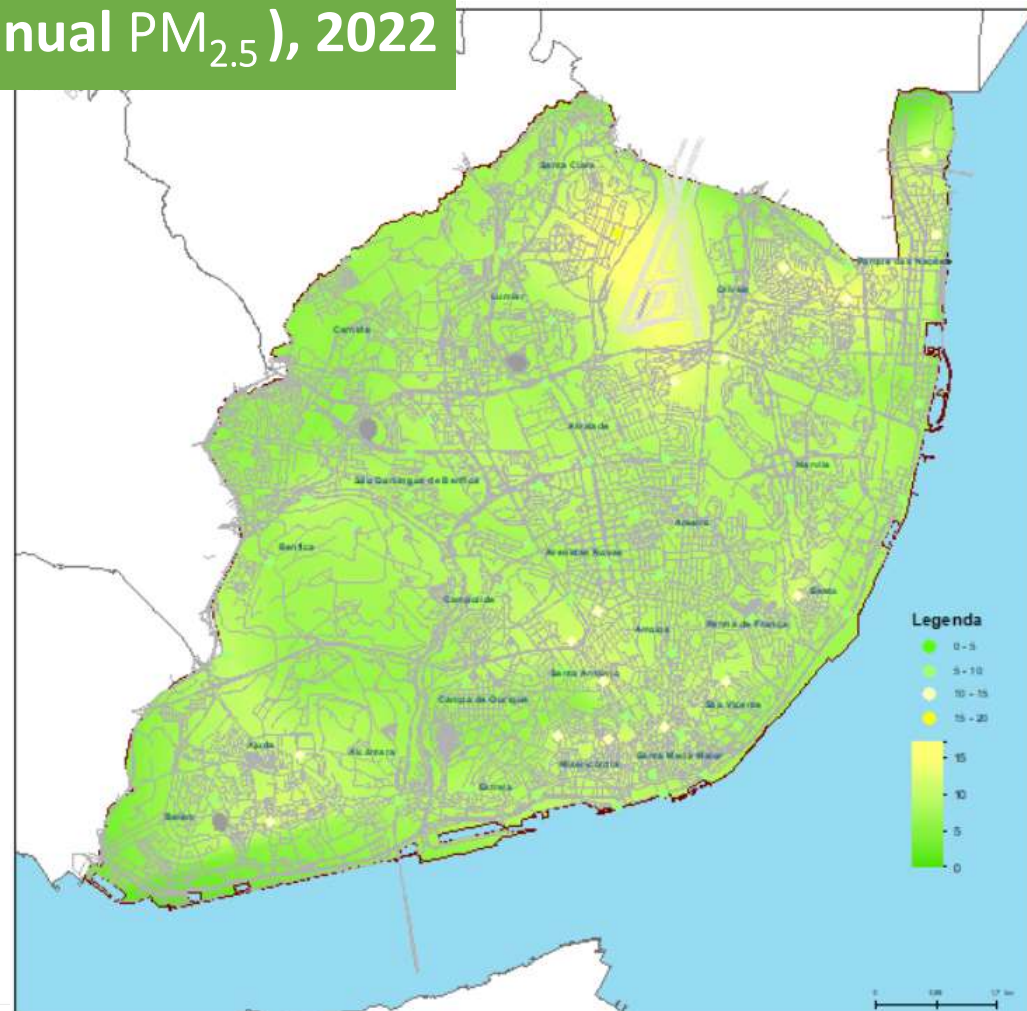
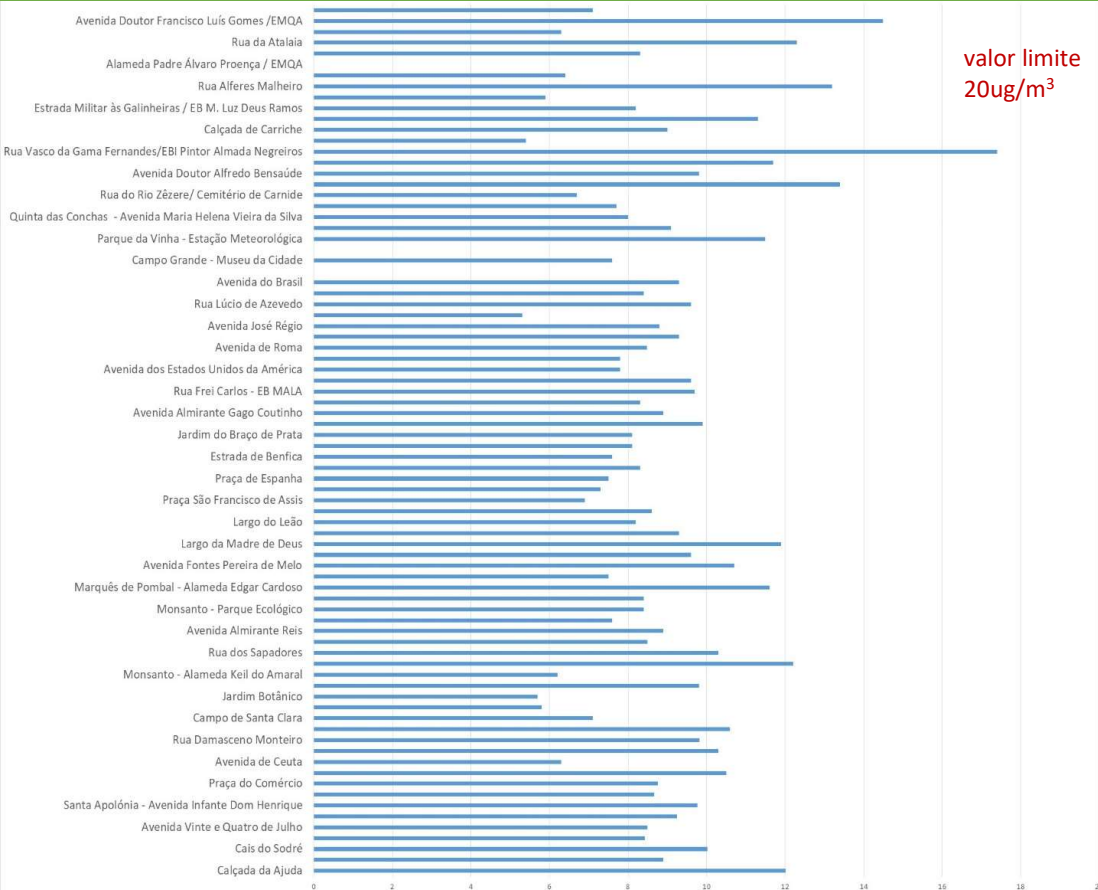
Distribuição espacial à escala local (média anual NO_2), 2022



Distribuição espacial à escala local (média anual PM₁₀), 2022



Distribuição espacial à escala local (média anual PM_{2.5}), 2022



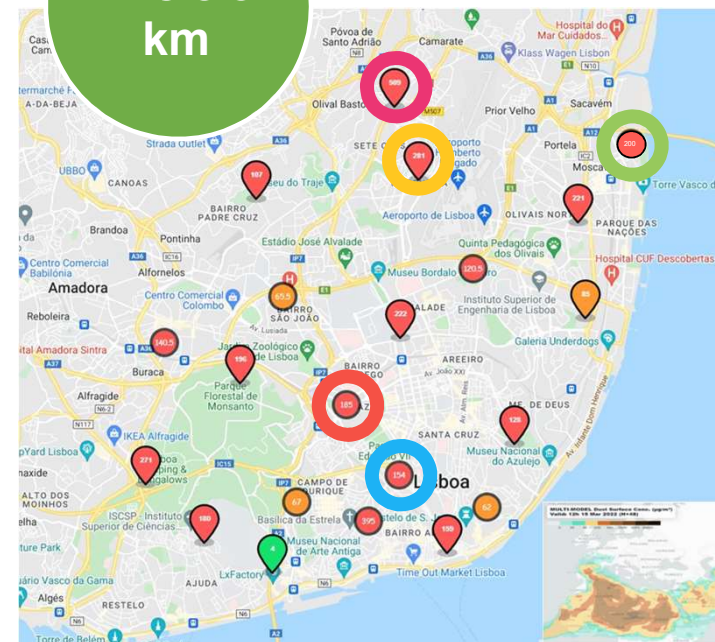
Transporte de partículas do Norte de África

24 março 2022

31 março 2022



+ 900 km



Estudos de analítica com apoio dos dados de sensores

Monitorização das emissões dos fornos crematórios de Lisboa

Cemitério dos Olivais



Cemitério do Alto de São João



Monitorização no âmbito da Proposta de Portaria que estabelece os requisitos técnicos dos equipamentos de cremação

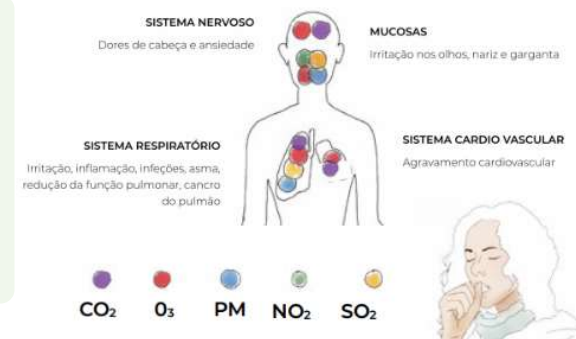


Monitorização do efeito combinado e cumulativo da qualidade do ar na saúde humana

“6.000 mortes prematuras/ ano em Portugal podem-se evitar”

monitorizar indicadores de
saúde e doença

avaliar os impactos e
vulnerabilidades da
população associados à
exposição prolongada da
poluição atmosférica



Caso
estudo

Alvalade; Alcântara, Ajuda e Belém; Santa Maria Maior e Santo António



4. Estratégias em curso e desafios futuros para a melhoria da qualidade do ar

**C40 CLEAN
AIR CITIES
DECLARATION:**
How cities are cleaning
the air we breathe



WHO global
air quality
guidelines



EUROPEAN UNION



EU
MISSIONS

100 CLIMATE-NEUTRAL AND SMART CITIES



28 April 2022

MEET THE CITIES

https://www.c40.org/wp-content/uploads/2022/02/C40-Clean-Air-Cities-Declaration_Public-progress-report_Feb-2022.pdf

Reforçar a informação de qualidade



Mais dados
Conhecimento
participação



Mais qualidade
Rigor e inovação

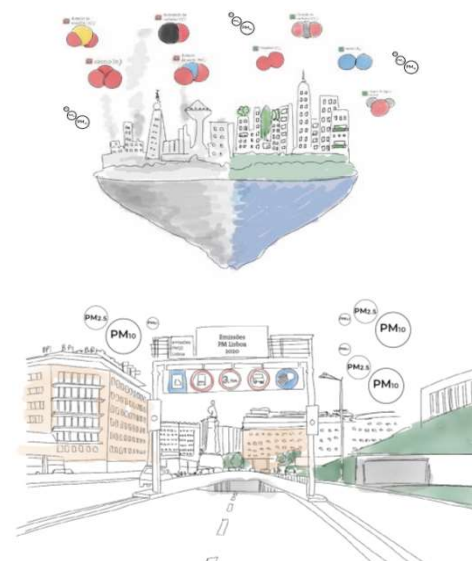


Melhor atuação
Compromisso
e liderança

- ✓ Continuar a monitorizar a qualidade do ar em tempo real
- ✓ Produzir conhecimento científico investindo em módulos de alarmística e de analítica e na interoperabilidade entre Plataformas
- ✓ Reforçar a informação ao público sobre limiares de alerta e informação
- ✓ Fortalecer parcerias (organismos públicos, entidades privados, investigação ...) e compromissos (Conselho do Cidadãos)
- ✓ Atualizar instrumentos estratégicos (*Climate City Contract*, Plano Melhoria da Qualidade do Ar)

Poluição atmosférica na cidade

12



Qual a importância do Índice da Qualidade do Ar?

15





Investir em plataformas e replicabilidade

<https://platform.hackair.eu/>

The screenshot displays the hackAIR web application interface. At the top, there's a navigation bar with the 'hackAIR' logo and a 'Login' button. Below this, a user profile section shows 'Lisbon' and various user avatars with labels like 'General recommendations', 'Athletes', 'Cardiovascular diseases', 'Parents of young children', and 'Elderly'. The main content area features a large 'VERY GOOD' status for station PT03075. To the left, a 'Tip' box suggests choosing energy-efficient appliances. Below this is an 'AIR QUALITY INDEX' scale from 'Very Good' to 'Bad'. The central part of the interface shows real-time pollutant levels: CO at 214 µg/m³, NO₂ at 49 µg/m³, and PM₁₀ at 15 µg/m³. A line graph titled 'Past three days' shows the concentration of a pollutant over time. On the right, a 'Live data' panel allows users to toggle various features like 'Stations', 'Sensors', 'Perceptions', 'Fusion map', 'Air quality forecast', 'Thermal comfort index', and 'Forest fire index'. At the bottom, a message states: 'Data are provided for selected locations. We are constantly improving our models, so if your location is not supported, please be patient!'. The Windows taskbar at the very bottom shows the date as 18/03/2023 and the time as 19:54.

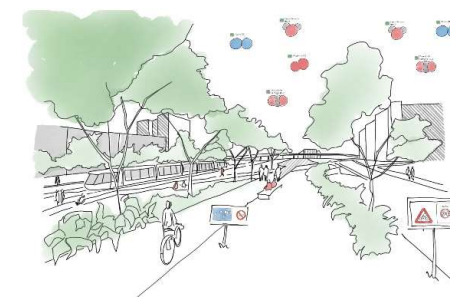
Implementar o Plano de melhoria da qualidade do ar da Região de Lisboa e Vale do Tejo

1º

2º

Período	Elaboração	Aprovação	Programa Execução	Implementação
2001-2004	2005-2006	2008	2009	até 2012
2011-2014	2016-2017	2019	Em curso	até 2023

* Incumprimento em 2022 relativo ao VL do NO₂ em Lisboa



Cumprir metas ambiciosas até 2030

Plano de Melhoria da
Qualidade do Ar da RLVT



- atingir novos padrões de qualidade do ar
- reduzir o impacto da poluição do ar na saúde das pessoas e na biodiversidade das cidade

Campolide



Saldanha

Santos



Cais do Sodré



Terminal de Cruzeiros



Campo Cebolas

Manter Lisboa entre as melhores cidades do mundo para se viver, exige continuar a atuar no imediato conjuntamente!

dmaevce.daeac@cm-lisboa.pt

M. João Telhado; José Canedo; Pedro Oliveira
C. M. Lisboa: Ambiente | Energia | Alterações Climáticas

Obrigado

