

**MESTRADO**

**ECONOMIA E GESTÃO DO AMBIENTE**

# **Governança Climática Baseada em Evidência: Avaliação Crítica do Sistema de Indicadores da cidade do Porto**

**Diana Luísa Torrão Bravo**

**M**

**2025**



FACULDADE DE ECONOMIA



---

Governança Climática Baseada em Evidência: Avaliação Crítica do Sistema de Indicadores da cidade do Porto

**Diana Luísa Torrão Bravo**

---

Relatório de estágio

Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente

---

Orientado por

**Sofia Henriques, PhD**

**Luís Carvalho, PhD**

---

2025

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar, agradeço à Professora Dra. Sofia Henriques e ao Professor Dr. Luís Carvalho, meus orientadores académicos, pela confiança depositada, pela orientação científica e pelas discussões estimulantes que desafiaram, em permanência, a qualidade do meu trabalho.

Agradeço, em especial, à Professora Cristina Chaves, que me motivou a superar grandes desafios no decorrer destes dois anos e me recomendou o Professor Luís, cuja orientação se revelou uma verdadeira mais-valia neste percurso.

Ao Eng. Daniel Freitas, meu supervisor de estágio na Porto Ambiente, expresso particular gratidão pela disponibilidade, pelo acompanhamento técnico e pela partilha de experiência profissional.

Ao Vasco, meu namorado, obrigada por teres estado ao meu lado em todos os momentos exigentes- académicos e pessoais -, exaltando sempre o meu valor, incentivando-me a persistir e lembrando-me, quando necessário, que desistir nunca foi opção.

Ao meu irmão, dedico este esforço como prova de que o nosso contexto social não traça limites inultrapassáveis: é possível trilhar caminhos diferentes com vontade e resiliência. Que este percurso te sirva de exemplo de que a ambição se constrói, passo a passo, com trabalho e determinação.

Aos amigos que celebraram cada conquista e amenizaram cada obstáculo, deixo um agradecimento coletivo e sentido: a vossa presença tornou o percurso mais leve e significativo.

Ao Dr. Gustavo França e à Psicóloga Helena Val, dos Serviços de Desenvolvimento e Carreira, a quem reconheço o contributo decisivo no meu processo de autoconhecimento. As vossas orientações ajudaram-me a canalizar potencialidades e a encarar desafios com maior confiança.

Por fim, ressalvo o impacto positivo do meu percurso de associativismo político, que me proporcionou competências de liderança, pensamento crítico e trabalho em equipa, acrescentando uma dimensão cívica fundamental à minha formação académica e profissional.

## Resumo

Este relatório descreve o trabalho desenvolvido na Porto Ambiente entre outubro de 2024 e fevereiro de 2025, com o propósito de fortalecer o sistema municipal de monitorização climática. Adotou-se um desenho metodológico misto: i) inventariação integral dos indicadores já reportados pelo Município; ii) avaliação crítica da sua robustez técnico-metodológica (fontes, periodicidade, rastreabilidade) e iii) validação cruzada com *benchmarks* europeus. As lacunas mais salientes concentram-se em tópicos como a justiça climática, adaptação e circularidade.

Em resposta, foi estruturada uma matriz de 34 indicadores-chave. Paralelamente, perspetivou-se um protótipo de *dashboard* interativo, com séries históricas integradas e dados quase em tempo real provenientes de sensores IoT (*Internet of Things*). O modelo incluiria módulos de alerta precoce, fichas metodológicas automáticas e um *dashboard* narrativo para contextualização qualitativa.

Recomenda-se a criação de uma Unidade de Governação de Dados Climáticos, a adoção de ciclos trienais de revisão dos indicadores e a formalização de um Conselho Consultivo de Cidadãos. Estas medidas permitirão colmatar a fragmentação atual, alinhar relatórios municipais com requisitos europeus e reforçar a legitimidade democrática do processo. O trabalho fornece, assim, um roteiro operativo para acelerar a neutralidade carbónica no Porto, contribuindo simultaneamente para o debate académico sobre governação climática baseada em evidência em contextos urbanos sul-europeus.

**Palavras-chave:** Contrato Climático de Cidade (CCC), Monitorização Climática, Indicadores Climáticos, Neutralidade Carbónica, *Dashboard* Climático

## Abstract

This report documents the work carried out at Porto Ambiente between October 2024 and February 2025 with the aim of strengthening the municipality's climate-monitoring system. A mixed-methods design was adopted: (i) a comprehensive inventory of indicators already reported by the City Council; (ii) a critical appraisal of their technical and methodological robustness (sources, periodicity, traceability); and (iii) cross-validation against European benchmarks. The most conspicuous gaps were found in the areas of climate justice, adaptation and circularity.

In response, a matrix of thirty-four core indicators was developed. Concurrently, an interactive *dashboard* prototype was envisaged, integrating historical series with near-real-time data from IoT sensors. The model would include early-warning modules, auto-generated methodological sheets and a narrative panel providing qualitative context.

The study recommends establishing a Climate Data Governance Unit, instituting three-year indicator review cycles and formalizing a Citizen Advisory Council. These measures are expected to bridge current fragmentation, align municipal reporting with European requirements and enhance the democratic legitimacy of the process. Accordingly, the work offers an operational roadmap for accelerating Porto's path towards carbon neutrality, while simultaneously contributing to the academic debate on evidence-based climate governance in Southern European urban contexts.

**Keywords:** City Climate Contract, Climate Monitoring, Climate Indicators, Carbon Neutrality, Climate *Dashboard*

# Índice

|                                                                                                                            |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introdução .....</b>                                                                                                 | <b>1</b>  |
| 1.1. Contextualização .....                                                                                                | 1         |
| 1.2. Objetivos .....                                                                                                       | 2         |
| 1.3. Estrutura do relatório.....                                                                                           | 3         |
| <b>2. Descrição da Entidade Proponente (EP) e das atividades desenvolvidas .....</b>                                       | <b>4</b>  |
| 2.1. Missão e domínios de intervenção .....                                                                                | 4         |
| 2.2. Gestão de resíduos, sustentabilidade e economia circular .....                                                        | 4         |
| 2.3. Papel na estratégia ambiental e climática do Porto.....                                                               | 5         |
| 2.4. Contrato Climático do Porto e Missão Europeia 2030 .....                                                              | 5         |
| 2.5. Atividades Desenvolvidas no Estágio.....                                                                              | 6         |
| <b>3. Revisão da Literatura.....</b>                                                                                       | <b>8</b>  |
| 3.1. Enquadramento: Missões Europeias e o Papel das Cidades no Progresso Climático.....                                    | 8         |
| 3.2. Indicadores Eficazes: Tipologias, Critérios de Seleção, Indicadores Compostos, Co-benefícios e Justiça Climática..... | 9         |
| 3.3. <i>Benchmarking</i> com Outras Cidades Europeias: Exemplos, Metodologias e Lições Transferíveis.....                  | 14        |
| 3.4. <i>Dashboards</i> e Sistemas de Monitorização: Potencialidades, Desafios e Implicações Políticas                      | 18        |
| 3.4.1. Enquadramento crítico: a leitura de Rob Kitchin sobre os <i>dashboards</i> .....                                    | 18        |
| <b>4. Reflexão crítica das atividades desenvolvidas no âmbito da literatura .....</b>                                      | <b>23</b> |
| 4.1. Evolução dos Indicadores Climáticos no Porto (2015–2019) .....                                                        | 23        |
| 4.2. Modelos Alternativos de <i>Dashboard</i> Climático: Abordagens Teóricas.....                                          | 25        |
| 4.2.1. Modelo 1: <i>Dashboard</i> Genérico e Quantitativo (Métricas Técnicas Padronizadas) ....                            | 25        |
| 4.2.2. Modelo 2: <i>Dashboard</i> Específico com Indicadores de Justiça Climática e Co- benefícios                         | 27        |
| 4.2.3. Modelo 3: <i>Dashboard</i> Híbrido e Integrado (Quantitativo–Qualitativo) .....                                     | 31        |
| 4.3. Modelo Mais Adequado ao Contexto do Porto (2015–2019).....                                                            | 34        |
| 4.4. Reflexão Contrafactual: Impactos de Indicadores Alternativos .....                                                    | 37        |
| 4.5. Fundamentação metodológica da seleção de indicadores por <i>benchmarking</i> .....                                    | 40        |
| 4.6. Crítica à seleção de indicadores e implicações políticas.....                                                         | 42        |
| 4.7. <i>Dashboard</i> como instrumentos políticos na governação climática local.....                                       | 43        |
| 4.8. Limitações do trabalho desenvolvido .....                                                                             | 45        |
| 4.8.1. Limitações de enquadramento teórico .....                                                                           | 45        |
| 4.8.2. Limitações metodológicas e operativas do estágio .....                                                              | 45        |
| 4.8.3. Limitações de mensuração e custos operacionais dos indicadores .....                                                | 46        |

|                                                                              |                                                                                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.9.                                                                         | Rigidez e maleabilidade dos indicadores climáticos: dilemas metodológicos .....                                                                          | 47         |
| 4.10.                                                                        | Adaptação ao contexto portuense: especificidades socioeconómicas e operativas.....                                                                       | 48         |
| 4.11.                                                                        | <i>Dashboard</i> como artefactos performativos: visualização, poder e neutralidade aparente                                                              | 48         |
| 4.12.                                                                        | Espaços participativos e confiança cívica .....                                                                                                          | 49         |
| <b>5.</b>                                                                    | <b>Conclusões.....</b>                                                                                                                                   | <b>50</b>  |
| <b>Anexos.....</b>                                                           |                                                                                                                                                          | <b>60</b>  |
| <br>                                                                         |                                                                                                                                                          |            |
| <b>Anexo I – Indicator Metadata</b>                                          | (elaboração própria, com base no <i>template</i> e na informação disponível em <a href="https://netzerocities.eu/">https://netzerocities.eu/</a> ) ..... | <b>60</b>  |
| <b>Anexo II - Protótipo de <i>dashboard</i> climático da cidade do Porto</b> | (elaboração própria, com recurso à plataforma “Canva”) .....                                                                                             | <b>102</b> |

## 1. Introdução

### 1.1. Contextualização

A emergência climática, reconhecida como o principal desafio sistémico do século XXI (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023), projetou as cidades europeias para o epicentro de uma agenda de transformação acelerada. No âmbito do Programa-Quadro Horizonte Europa, a Comissão Europeia lançou a Missão “Cidades Inteligentes e com Impacto Neutro no Clima até 2030”, selecionando 100 municípios como laboratórios vivos destinados a comprovar, em apenas uma década, a viabilidade da neutralidade carbónica. Para operacionalizar esta iniciativa, foi criado o projeto-quadro *NetZeroCities* (NZC) – consórcio de quarenta parceiros europeus que gere a *City Mission Platform*, canaliza subfinanciamentos para pilotos urbanos de neutralidade e presta assistência técnica através de um *support facility* dedicado (Comissão Europeia, 2022).

O Porto integra este grupo pioneiro e formalizou o compromisso mediante o Contrato Climático de Cidade (CCC), instrumento que consagra metas quantitativas exigentes — redução de 85% das emissões de gases com efeito de estufa e aumento de 50% da eficiência energética — convocando múltiplos agentes urbanos para um esforço concertado de descarbonização.

Neste percurso, a Porto Ambiente, E.M., S.A., entidade municipal responsável pela gestão de resíduos urbanos e pela limpeza do espaço público, assume um papel fulcral. Para além de assegurar serviços essenciais à salubridade e à qualidade de vida, a empresa lidera a implementação do Pacto do Porto para o Clima e gere fluxos materiais e informacionais determinantes para diversos indicadores do CCC. Todavia, a ambição inscrita no contrato evidenciou fragilidades no sistema de monitorização vigente: dispersão de dados entre departamentos municipais, atualização irregular de algumas métricas e inexistência de uma plataforma que permitisse visualizar, em tempo quase real, o progresso coletivo.

A agenda climática europeia assenta numa transição justa, pilar consagrado pelo Pacto Ecológico Europeu e operacionalizado pelo Mecanismo para a Transição Justa, que mobiliza mais de 55 mil milhões de euros para apoiar regiões e sectores vulneráveis na descarbonização (Comissão Europeia, 2020). Ao adotar esse enquadramento, o presente

relatório propõe-se reforçar a capacidade municipal de monitorização climática, garantindo que os impactos e benefícios da neutralidade carbónica são avaliados de forma equitativa.

Consequentemente, privilegiou-se um *dashboard* híbrido que, para além de métricas técnico-ambientais, incorpora indicadores de justiça distributiva e co-benefícios socioeconómicos, em linha com a orientação de “não deixar ninguém para trás” (International Labour Organization, 2015). Os *dashboards* – plataformas visuais interativas que sintetizam dados complexos em representações gráficas acessíveis, permitindo a monitorização em tempo real, a tomada de decisão informada e a comunicação eficaz com múltiplos públicos – têm sido crescentemente adotados no contexto da gestão urbana e ambiental (Few *et al.*, 2017).

Tal abordagem distingue-se dos *dashboards* estritamente quantitativos – focados em emissões ou eficiência energética (Huovila *et al.*, 2019) – e dos modelos meramente comunicacionais que se limitam a visualizações simplificadas sem suporte analítico robusto (Kitchin, 2015). Ao aliar rigor metodológico e equidade, o modelo proposto pretende responder às exigências de *accountability* climática e aos compromissos europeus de inclusão social.

## 1.2. Objetivos

Foi neste contexto que se enquadrou o estágio curricular que deu origem ao presente relatório. Desenvolvido entre outubro de 2024 e fevereiro de 2025, sob supervisão académica da Faculdade de Economia da Universidade do Porto (FEP) e orientação técnica da Porto Ambiente — concretamente da Direção para a Neutralidade Carbónica – o estágio teve por objetivo geral reforçar a capacidade de monitorização climática do município.

Na prática, não foi possível avançar para a conceção e teste do *dashboard*, dado que a plataforma indicada para o desenvolvimento era o *Power BI* e, perante a ausência de formação para a sua utilização, ficou patente que o tempo disponível era insuficiente. Perante tais obstáculos, optou-se por redirecionar o foco empírico para uma análise crítico-interpretativa dos indicadores e para a definição de requisitos funcionais da plataforma, transformando o estágio num exercício de investigação aplicada que complementa – mas não substitui – o desenvolvimento técnico da ferramenta.

Para tal, avaliou-se a adequação dos indicadores então utilizados, propuseram-se métricas complementares alinhadas com boas práticas europeias e concebeu-se o protótipo

conceptual de um *dashboard* climático municipal, capaz de agregar e exibir, de forma integrada, os indicadores selecionados.

A consecução destes propósitos exigiu uma metodologia que levou a cabo a análise documental (ex.: contratos climáticos publicados na plataforma *NetZeroCities*) e um *benchmarking* com cidades de referência (Copenhaga, Estocolmo, Amesterdão). Este percurso permitiu mapear limitações, identificar lacunas de granularidade e definir um conjunto refinado de 34 indicadores-chave, classificados segundo tipologia, fonte de dados e frequência de atualização.

Do ponto de vista científico, a investigação sustenta-se em duas vertentes complementares. A primeira incide sobre a literatura relativa a indicadores urbanos de desempenho climático, expondo critérios de seleção, desafios de padronização e avanços recentes ligados a indicadores compostos e co-benefícios socioambientais. A segunda recorre a uma leitura crítica dos *dashboards*, inspirada em Rob Kitchin, que os conceptualiza como artefactos sociotécnicos permeados por escolhas políticas e epistemológicas com impacto direto na governação urbana.

### 1.3. Estrutura do relatório

Em termos estruturais, o relatório distribui-se por cinco capítulos. O primeiro e o segundo caracterizam a Porto Ambiente e descrevem as atividades de estágio, explicitando o contributo de cada tarefa para os objetivos globais. O terceiro apresenta a revisão da literatura, iniciando-se pelo enquadramento europeu das missões climáticas e culminando na discussão dos *dashboards* enquanto tecnologias de governação. O quarto capítulo desenvolve a reflexão crítica, analisando os compromissos metodológicos assumidos e as implicações políticas da seleção de indicadores. Por fim, o quinto capítulo sintetiza as conclusões e formula as recomendações destinadas a orientar a implementação futura da plataforma digital, bem como o reforço das capacidades institucionais necessárias à sua manutenção.

Ao articular análise académica rigorosa com aplicação prática numa entidade municipal, este trabalho pretende oferecer à cidade do Porto um roteiro operativo para aprimorar a monitorização climática e, simultaneamente, contribuir para o debate científico sobre a governação por indicadores em contexto sul-europeu.

## **2. Descrição da Entidade Proponente (EP) e das atividades desenvolvidas**

### **2.1. Missão e domínios de intervenção**

A Porto Ambiente – Empresa Municipal de Ambiente do Porto, E.M., S.A. – foi criada em 2017 por delegação do Município, emprega 739 colaboradores (Porto Ambiente, s.d.) e é gerida por um Conselho de Administração presidido pelo Vice-Presidente da Câmara, Filipe Araújo. A atividade da empresa concentra-se em três eixos essenciais: (i) operação integrada de resíduos e limpeza urbana, assegurada pelas Direções de Operações e de Limpeza Urbana; (ii) gestão corporativa de recursos humanos, financeiros e digitais, a cargo das Direções Financeira e de Sistemas de Informação e de Gestão de Pessoas e Serviços ao Município; e (iii) inovação climática e monitorização da neutralidade carbónica, mandatadas à Direção para a Neutralidade Carbónica – onde decorreu o presente estágio – dedicada à inovação climática e à monitorização das metas do Contrato Climático de Cidade.

### **2.2. Gestão de resíduos, sustentabilidade e economia circular**

Os resultados recentemente alcançados revelam uma trajetória consistente em direção a um modelo de economia circular. Em 2023 o Porto atingiu uma taxa de reciclagem de 43%, superando amplamente a meta nacional de 31%. Este avanço decorre da ampliação da rede de ecopontos - cerca de 1300 em 2023 (+38% do que em 2013) - e de investimentos contínuos em infraestruturas e campanhas de sensibilização.

A recolha de biorresíduos, que até 2018 abrangia apenas o sector da restauração e grandes produtores, estende-se agora à totalidade do concelho através de dois modelos complementares: serviço porta-a-porta, em zonas específicas, e contentorização de proximidade no restante território. O projeto constitui-se como a maior iniciativa nacional de recolha de orgânicos, visando a valorização por via da compostagem e a recuperação de nutrientes.

No âmbito do projeto *CityLoops (Horizon 2020)*, a Porto Ambiente instalou contentores dedicados, criou ilhas de compostagem comunitária nos bairros do Amial e de Paranhos e desenvolveu modelos de circularidade para os sectores social e turístico (CMP, 2023).

### 2.3. Papel na estratégia ambiental e climática do Porto

A Porto Ambiente constitui o braço operacional do Município para a gestão de resíduos e limpeza urbana, além de atuar em coordenação com outras entidades municipais, como a Águas e Energia do Porto (água e energia) e a Divisão Municipal de Estrutura Verde (espaços verdes), tendo uma forte contribuição no âmbito de objetivos como a economia circular, a biodiversidade urbana, a descarbonização e a adaptação às alterações climáticas.

A cooperação intermunicipal com a LIPOR (Associação de Municípios para a Gestão Sustentável de Resíduos do Grande Porto) assegura o tratamento e valorização dos resíduos da região, enquanto a ligação direta ao Pelouro do Ambiente e Transição Climática facilita o alinhamento entre as metas políticas e a execução técnica. Em 2024, numa sessão no *Porto Innovation Hub* com o Banco Europeu de Investimento, no âmbito da iniciativa *NetZeroCities*, ficou patente a necessidade de um sistema de indicadores forte para reforçar a confiança dos investidores no CCC.

Desde 2022, a empresa gere o Pacto do Porto para o Clima, tendo mobilizado cidadãos, empresas, a academia e outras associações para as metas comuns de neutralidade carbónica.

Em complemento às ações de planeamento climático descritas, a Porto Ambiente implementou medidas de descarbonização direta: em 2023, 75% da frota de veículos já era elétrica, reduzindo substancialmente as emissões de escape; paralelamente, a reabilitação da sede segundo critérios de *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) Silver permitiu diminuir o consumo energético operacional e o carbono incorporado.

### 2.4. Contrato Climático do Porto e Missão Europeia 2030

O Porto integra, desde 2022, o grupo das 100 Cidades Inteligentes e Neutras em Clima da Comissão Europeia. O Contrato Climático de Cidade, submetido em 2023, estabelece o roteiro para alcançar a neutralidade até 2030, prevendo 2,2 mil milhões de euros de investimento (público, privado e cidadão) distribuídos por cinco áreas de intervenção.

Enquanto entidade responsável pela gestão de resíduos e pelo Pacto do Porto para o Clima, a Porto Ambiente tem um papel decisivo na implementação local das medidas do Contrato. Destaca-se o projeto piloto “*Wider Approach to Keep Engaged citizens on sustainable*

*Urban Policies*” (WAKE UP!), criado em 2023 e financiado pelo *NetZeroCities*, que recorre a tecnologia digital e gamificação para promover comportamentos sustentáveis nos domínios da água, energia, mobilidade, alimentação e resíduos, fornecendo um feedback individual sobre a pegada de carbono.

A conjugação de inovação operacional, serviço público de qualidade e mobilização social projeta a Porto Ambiente como um ator-chave na transformação ambiental da cidade, contribuindo para que o Porto se afirme, ainda nesta década, como um ecossistema de inovação climática e alcance a neutralidade carbónica.

## 2.5. Atividades Desenvolvidas no Estágio

O estágio curricular decorreu na Direção para a Neutralidade Carbónica da Porto Ambiente, entre outubro de 2024 e fevereiro de 2025, tendo como objetivo central o reforço do sistema municipal de monitorização climática, no contexto do CCC do Porto. A natureza das atividades desenvolvidas refletiu uma abordagem aplicada e colaborativa, assente na análise de dados, identificação de boas práticas europeias e estruturação de ferramentas operacionais.

A primeira etapa consistiu numa leitura e análise comparada de 32 Contratos Climáticos de Cidade, incluindo o do Porto, disponibilizados na plataforma *NetZeroCities*. Esta análise abrangeu os documentos das seguintes cidades: Amesterdão, Barcelona, Cluj-Napoca, Espoo, Florença, Guimarães, Heidelberg, Ioannina, Izmir, Kalamata, Klagenfurt, Kozani, Lahti, Lappeenranta, Leuven, Limassol, Lyon, Madrid, Malmö, Mannheim, Parma, Sevilha, Sonderborg, Estocolmo, Tampere, Tessalónica, Turku, Valência, Valladolid, Vitória-Gasteiz, Saragoça e Zaragoza. Este trabalho permitiu mapear os indicadores utilizados por diferentes cidades europeias, avaliar a sua rastreabilidade, coerência metodológica e granularidade, bem como identificar padrões de reporte, fontes de dados e abordagens à monitorização do progresso climático. A análise foi sistematizada em fichas próprias para cada um dos indicadores, incluídas em anexo.

Com base nessa análise sistemática, foi conduzido um exercício de *benchmarking* aprofundado com três cidades de referência – Copenhaga, Estocolmo e Amesterdão –, permitindo destacar práticas inovadoras e soluções metodológicas particularmente robustas, com elevado potencial de transferência para o contexto portuense.

Como resultado direto deste processo, foi elaborada uma matriz refinada de 34 indicadores-chave, com base em critérios como tipologia, fonte de dados, frequência de atualização e relevância para os objetivos da Missão Cidades. A par desta estruturação, delineou-se o protótipo conceptual de um *dashboard* climático municipal, concebido para integrar séries históricas com dados quase em tempo real provenientes de sensores IoT (*Internet of Things*). Esta ferramenta visa potenciar uma leitura integrada e responsiva do desempenho climático da cidade, permitindo simultaneamente a articulação entre metas estratégicas e indicadores operacionais. O protótipo encontra-se igualmente anexo.

Importa, no entanto, assinalar que o relatório técnico entregue à Porto Ambiente incidia exclusivamente sobre os produtos operacionais do estágio — a análise dos indicadores em uso, a proposta de novos indicadores e recomendações para melhoria imediata da plataforma de monitorização —, constituindo um documento técnico de apoio à gestão interna.

Em contraste, o presente relatório de estágio académico visa transcender essa dimensão estritamente operacional, incorporando uma revisão sistemática da literatura científica, uma reflexão crítica sobre a natureza performativa dos *dashboards* e uma proposta institucional para uma governação climática mais participativa e baseada em evidência. Esta ambição é refletida nos capítulos 3 e 4, onde se aprofundam os enquadramentos teóricos, os dilemas metodológicos e os desafios políticos associados à monitorização ambiental baseada em dados em contexto urbano.

**Tabela 1** – Atividades e tarefas executadas no estágio

| Atividade                                                   | Tarefas Executadas                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Leitura e análise de 32 CCC                                 | Leitura de 32 Contratos Climáticos de Cidade. Identificação dos indicadores reportados, fontes, periodicidade e coerência metodológica.                                 |
| <i>Benchmarking</i> com cidades europeias                   | Seleção de Copenhaga, Estocolmo e Amsterdão como casos de referência. Análise comparativa das estratégias de monitorização e reporte de indicadores.                    |
| Desenho da matriz de indicadores-chave                      | Definição de critérios de seleção. Estruturação de 34 indicadores segundo tipologia, escalas de aplicação, fontes e frequência de atualização.                          |
| Prototipagem conceptual de um <i>dashboard</i> climático    | Definição das funcionalidades pretendidas (dados históricos, tempo real, visualização e filtragem temática).                                                            |
| Redação de relatório técnico para a entidade de acolhimento | Documento de síntese com análise de indicadores existentes, proposta de novos indicadores, limitações e recomendações de melhoria.                                      |
| Integração académica no presente relatório de estágio       | Revisão de literatura científica. Reflexão crítica sobre <i>dashboards</i> como artefactos sociotécnicos. Propostas para uma governança climática baseada em evidência. |

### 3. Revisão da Literatura

#### 3.1. Enquadramento: Missões Europeias e o Papel das Cidades no Progresso Climático

As cidades emergem como protagonistas centrais no combate às alterações climáticas, assumindo um papel de relevo nas agendas europeias contemporâneas. No contexto do Horizonte Europa, a Comissão Europeia lançou a Missão Cidades com o objetivo de apoiar 100 cidades europeias - entre as quais Porto, Lisboa e Guimarães - a alcançar a neutralidade carbónica até 2030. Estas cidades funcionam como laboratórios vivos de inovação urbana sustentável, onde se testam e demonstram soluções climáticas que, uma vez bem-sucedidas, podem ser replicadas noutras regiões da Europa. A integração das políticas locais nas metas globais é evidente: por exemplo, a cidade do Porto foi selecionada para a missão “100 Cidades Inteligentes e Neutras em Clima até 2030”, firmando um Contrato de Cidade Climática que formaliza este compromisso.

As cidades concentram-se em sectores altamente emissores, como transportes e edifícios, razão pela qual se estima que respondam por cerca de 70 % das emissões globais de CO<sub>2</sub> (UN-Habitat, 2020). Consequentemente, as cidades tornaram-se atores imprescindíveis para travar o aquecimento global. Neste contexto, importa salientar que os Contratos Climáticos de Cidade - instrumentos centrais no âmbito da Missão Cidades - articulam objetivos locais com compromissos internacionais. Estes contratos funcionam como planos integrados que ligam as metas do Acordo de Paris, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a Agenda 2030 ao contexto municipal. Ou seja, através dos CCC, as cidades alinham as suas ações de mitigação e adaptação climática com os quadros globais, reforçando a coerência multiescalar das políticas públicas (Leavesley *et al.*, 2022). A monitorização e avaliação de progresso dentro deste contexto não são meros exercícios burocráticos, mas sim componentes fundamentais para legitimar politicamente as estratégias climáticas locais e garantir a sua eficácia e possibilidade de réplica noutras cidades. Em suma, o enquadramento europeu atual reconhece as cidades como espaços privilegiados para avaliar o progresso climático, atribuindo-lhes apoio financeiro, técnico e normativo para liderarem a transição climática no terreno.

### 3.2. Indicadores Eficazes: Tipologias, Critérios de Seleção, Indicadores Compostos, Co-benefícios e Justiça Climática

A literatura identifica três dimensões da justiça climática – distributiva, procedimental e de reconhecimento – que asseguram a equidade dos processos de mitigação e adaptação (Schlosberg *et al.*, 2021). No contexto europeu, a transição justa adquire estatuto jurídico com o Regulamento (UE) 2021/1056, que cria o Fundo para a Transição Justa e exige que as políticas climáticas considerem não só a eficácia ambiental, mas também a repartição dos custos e benefícios (Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia, 2021). Essa orientação converge com a noção de *just transition* desenvolvida por Heffron e McCauley (2018), centrada na proteção de trabalhadores, comunidades e territórios afetados pela descarbonização.

Os indicadores de desempenho climático urbano são ferramentas essenciais para medir e orientar a ação climática nas cidades. No entanto, a seleção e operacionalização de indicadores eficazes apresenta vários desafios conceptuais e práticos. Para serem úteis, os indicadores devem ser claros, mensuráveis, comparáveis ao longo do tempo e sensíveis a mudanças significativas nos fenómenos que retratam. Além disso, precisam de refletir as especificidades locais e capturar tanto os progressos obtidos como as áreas deficitárias, de modo a informar a tomada de decisão.

A literatura classifica os indicadores ambientais em diferentes categorias conforme a dimensão que avaliam (Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 1993). O quadro da OECD é visto como um método de classificação clássico, e categoriza os indicadores como sendo de estado, pressão, impacto e resposta (OECD, 2003).

Os indicadores de estado descrevem as condições ambientais atuais como o nível de qualidade do ar ou a temperatura média urbana (Smeets & Weterings, 1999). Já os indicadores de pressão medem as atividades humanas que pressionam o ambiente, de que são exemplo as emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) por sector ou o volume de tráfego motorizado (OECD, 1991). Por outro lado, os indicadores de impacto avaliam os efeitos dessas alterações ambientais na sociedade e nos ecossistemas como o número de dias com ondas de calor ou os casos de doenças respiratórias (Smeets & Weterings, 1999). Por fim, indicadores de resposta monitorizam as iniciativas tomadas para mitigar ou adaptar, de que

podem ser exemplo o investimento em mobilidade ativa ou a área de espaços verdes criada (Smeets & Weterings, 1999).

Em síntese, o esquema E-P-I-R clarifica a sequência causal que liga pressões às alterações no estado ambiental, aos respetivos impactos e às respostas institucionais, facilitando a definição de prioridades de política pública (Pintér *et al.*, 2005).

Para além dos critérios técnico-metodológicos, a seleção de indicadores deve atender ao alinhamento estratégico da entidade responsável, aos fatores contextuais e aos constrangimentos operacionais. Tal implica considerar desde o propósito institucional e o plano de negócio até à estratégia climática global, assegurando coerência entre objetivos, recursos e monitorização (OECD, 2008).

Outra forma de categorizar os indicadores é distinguindo-os como sendo de saída (*output*) vs. resultado (*outcome*). Os indicadores de saída focam-se nos resultados imediatos das ações (ex. toneladas de resíduos reciclados por ano), enquanto os de resultado avaliam os impactos a médio-longo prazo, como a redução percentual de emissões de CO<sub>2</sub> na última década. Adicionalmente, também se podem definir indicadores contextuais, que fornecem o pano de fundo socioeconómico ou ambiental (por ex., o Produto Interno Bruto (PIB) per capita ou a percentagem (%) de cobertura vegetal), que influenciam a capacidade de mitigação. A diversidade de tipologias demonstra que nenhum indicador isolado consegue captar a complexidade climática urbana, razão pela qual se tem valorizado cada vez mais o recurso a índices integrados e indicadores compostos.

Os indicadores compostos combinam múltiplas variáveis numa métrica agregada, proporcionando uma visão mais holística do progresso climático. Exemplos disso são os índices de sustentabilidade urbana e os índices de justiça climática, que integram dimensões ambientais, sociais e económicas numa só medida (Janoušková *et al.*, 2018). Estas abordagens multidimensionais permitem capturar co-benefícios e *trade-offs*: no caso dos índices de sustentabilidade, estes podem ponderar simultaneamente as reduções de emissões, a criação de emprego verde e a melhoria da qualidade de vida. Da mesma forma, um indicador composto de justiça climática deve articular variáveis de vulnerabilidade socioeconómica – designadamente a % de agregados em pobreza energética ou o rácio despesa-energia/rendimento disponível – com indicadores ambientais, permitindo aferir se os

benefícios da ação climática são distribuídos de modo equitativo (Baker *et al.*, 2023). De facto, há uma consciencialização crescente de que uma transição climática efetiva deve ser também justa e inclusiva, não deixando para trás as comunidades mais vulneráveis. Schlosberg *et al.* (2021) sublinham a importância de medir a inclusão social como parte integrante de uma transição climática justa, de modo a acompanhar os impactos existentes ao nível da desigualdade e da qualidade de vida. Podemos identificar essa preocupação em indicadores como a “% de habitações com conforto térmico adequado” (Barcelona) ou o “índice de pobreza energética” (Lisboa). Estes indicadores procuram, portanto, conectar as políticas climáticas com a melhoria do bem-estar dos cidadãos mais desfavorecidos.

Neste contexto, a literatura aponta alguns princípios orientadores para a construção de indicadores fortes. Em primeiro lugar, deve-se garantir a padronização metodológica, de forma que os indicadores sejam consistentes e comparáveis ao longo do tempo e entre diferentes cidades (Global City Indicators Facility, 2013). Indicadores bem padronizados permitem um *benchmarking* fiável e facilitam a avaliação de tendências sem enviesamentos. Em segundo lugar, os indicadores devem ser simples e claros, facilitando a sua compreensão por todos os *stakeholders*, desde técnicos municipais a decisores políticos e cidadãos interessados (Huovila *et al.*, 2019). Indicadores que sejam excessivamente complexos ou opacos podem falhar na comunicação do progresso ou nos alarmes que carregam. Em terceiro, a fonte de dados subjacente deve ser fiável, acessível e atualizada, assegurando a integridade da informação reportada (Jonsson *et al.*, 2022). As fontes de dados, sejam elas inventários de emissões, sensores IoT urbanos ou inquéritos populacionais, conferem credibilidade aos indicadores e evitam distorções na avaliação. Em quarto e último lugar, é essencial promover a participação inclusiva das partes interessadas na seleção e construção dos indicadores. O envolvimento de especialistas locais, comunidades e diferentes departamentos municipais no desenho do quadro de monitorização garante que os indicadores refletem as necessidades reais da comunidade e uma maior apropriação e transparência do processo (McGookin *et al.*, 2024). No caso da gestão energética urbana, os modelos participativos aumentam a colaboração comunitária e a aceitação de soluções sustentáveis – esta lógica pode ser ampliada à escolha dos indicadores, garantindo que estes sejam relevantes para quem lida diretamente com os desafios climáticos no terreno. Esta ampliação só será, portanto, eficaz se for informada pelas perceções, expectativas e necessidades dos *stakeholders* envolvidos. Assim, podemos admitir que integrar processos de

auscultação estruturada permite calibrar os indicadores propostos com base nas prioridades locais e reforçar a legitimidade democrática do sistema de monitorização (Reed *et al.*, 2009).

Nas últimas décadas, o sucesso das políticas climáticas urbanas foi medido sobretudo em termos de redução de GEE. Contudo, uma visão moderna daquilo que podem ser indicadores eficazes exige abarcar também os co-benefícios das ações climáticas, alinhando-se com o conceito de soluções integradas (Openshaw, 1984). Isto significa que, para além de indicadores “core” de carbono (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, etc.), as cidades devem acompanhar métricas como a qualidade do ar urbana, número de deslocações em transporte ativo, criação de empregos verdes, índices de saúde pública relacionados com ondas de calor, entre outros (Huovila *et al.*, 2019). No programa europeu *NetZeroCities*, que apoia as cidades na missão de neutralidade climática, é possível corroborar esta tendência: todas as cidades piloto são obrigadas a reportar indicadores de emissões de GEE (núcleo duro), mas são também encorajadas a selecionar indicadores não-GEE que meçam os resultados das suas ações em termos de co-benefícios sociais, económicos e ambientais (Comissão Europeia, 2022). Cada cidade elabora um plano piloto com a descrição das ações climáticas a implementar e define tanto os indicadores de resultado climático direto (ex. redução de toneladas de CO<sub>2</sub>) como os indicadores de co-benefícios associados (ex. redução de partículas poluentes com diâmetro  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  (PM2.5) graças a políticas de mobilidade, aumento de áreas verdes por habitante, número de famílias retiradas de situação de pobreza energética). Este enfoque integrado nos co-benefícios é crucial para capturar a natureza sistémica da ação climática urbana. Afinal, políticas de mitigação bem-sucedidas tendem também a gerar ar mais limpo, uma melhor saúde pública e cidades mais habitáveis, enquanto medidas de adaptação podem aumentar a resiliência e a justiça social (Mondal *et al.*, 2024).

Assim, os indicadores podem ser classificados como eficazes quando refletem essa multidimensionalidade, permitindo que os municípios relatem não apenas “quanto carbono deixaram de emitir”, mas também “que outros benefícios sociais e ambientais foram alcançados”. Esta abordagem converge com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS) e com o princípio de transição justa, direcionando as políticas locais para resultados integrados e realçando as interligações entre mitigação climática e desenvolvimento sustentável (Mondal *et al.*, 2024).

Em síntese, a seleção de indicadores climáticos urbanos eficazes requer um equilíbrio entre critérios técnicos (rigor, comparabilidade, base científica) e critérios contextuais (relevância local, legitimidade social). Uma vez garantida a robustez técnica e a pertinência local dos indicadores, o município dispõe de um painel de instrumentos para monitorizar o progresso rumo às metas climáticas, identificar rapidamente desvios ou lacunas e comunicar de forma transparente os resultados a toda a comunidade. Isso estabelece as bases para uma aprendizagem contínua e adaptativa das políticas climáticas urbanas, onde os indicadores não são estáticos, mas podem ser revistos periodicamente conforme novos dados e desafios que surjam (Leavesley *et al.*, 2022). A capacidade de revisão periódica e a atualização dos indicadores garante que o sistema de monitorização se mantém alinhado com as melhores práticas e com a evolução das circunstâncias locais, fechando assim o ciclo entre medir, aprender e melhorar as estratégias de ação climática.

Não obstante os avanços conceptuais já discutidos, a literatura adverte que a agregação de métricas em índices compostos permanece metodologicamente frágil e politicamente sensível. Ligeiras oscilações na seleção de variáveis ou na atribuição de ponderações alteram substancialmente a classificação final das cidades, expondo o processo a arbitrariedades e a potenciais usos estratégicos (Huggins, 2003). Para além dessa questão técnica, existe o risco de se reduzir a complexidade urbana a valores unidimensionais, obscurecendo dinâmicas históricas e socioeconómicas específicas, bem como o problema da unidade espacial modificável, que distorce resultados consoante a escala de análise (Openshaw, 1984). Ao analisar algumas práticas municipais em determinadas cidades europeias, Goonesekera e Olazabal (2022) mostram que a monitorização local continua a privilegiar indicadores de *input* e *output*, faltando-lhes metas temporais claras e ligações explícitas às medidas de adaptação implementadas. Essas lacunas metodológicas agravam-se nos CCC: embora o programa *NetZeroCities* exija a combinação de indicadores de emissões com métricas de co-benefícios e participação, Mondal *et al.* (2024) identificam uma forte heterogeneidade nos painéis adotados por 40 cidades-membro e sublinham a escassa transparência sobre fórmulas de agregação. A insuficiência de recursos humanos especializados em governação de dados, bem como a dispersão de bases estatísticas para variáveis sociais e infraestruturais, compromete a fiabilidade e cadência do reporte (Feldmeyer *et al.*, 2019). Perante tais constrangimentos, vários autores defendem modelos de monitorização híbridos, que combinem indicadores quantitativos documentados com perfis

qualitativos capazes de explicitar *trade-offs* distributivos e evitar uma gestão *target driven* de curto prazo (McArdle & Kitchin, 2016).

Ampliar o leque de indicadores avaliados constitui uma estratégia central para aprofundar o conhecimento sobre a cidade, sobretudo em domínios até então desconsiderados na monitorização climática tradicional. A diversificação das métricas permite captar novas dimensões de vulnerabilidade, resiliência e co-benefícios, essenciais para um diagnóstico territorial mais fino e para políticas mais responsivas (Huovila *et al.*, 2019).

### 3.3. *Benchmarking* com Outras Cidades Europeias: Exemplos, Metodologias e Lições Transferíveis

Efetuar um *benchmarking* climático significa comparar o desempenho e as abordagens de uma cidade com outras, com o intuito de identificar boas práticas e oportunidades de melhoria. No entanto, para que este exercício seja frutífero, é importante que a comparação vá além da simples listagem de indicadores e abranja também os processos subjacentes a esses indicadores. Ou seja, não basta apenas saber *que valores* outra cidade reporta para determinado indicador; é crucial compreender *como* é que esses indicadores são produzidos e utilizados.

Atualmente, 92 das 112 cidades integradas na Missão já receberam o *EU Mission Label* após a validação dos seus CCC em quatro vagas distintas – outubro 2023; março 2024; outubro 2024; maio 2025, - desbloqueando um pacote de financiamento do European Investment Bank (EIB) no valor de 2 000 M€ operacionalizado pelo *Climate City Capital Hub* (Comissão Europeia Direção-Geral da Investigação e Inovação, 2025). Entre os casos portugueses, Lisboa obteve o rótulo na segunda vaga (março de 2024) e o Porto na terceira (outubro de 2024), ambos com metas sectoriais alinhadas com a Lei de Bases do Clima e com os planos de investimento faseados para 2025-2030 (Câmara de Lisboa, 2024; Câmara do Porto, 2024). A nível nórdico, Turku comprometeu-se à neutralidade em 2029, no CCC aprovado em março 2024 (City of Turku, 2024). Nos exercícios de *benchmarking*, a cidade de Copenhaga publica desde 2017 um orçamento anual de carbono por sector, responsável por reduzir as emissões per capita de 4,7 tCO<sub>2</sub>eq (2010) para 1,3 tCO<sub>2</sub>eq (2022) (City of Copenhagen, 2025). Estocolmo introduziu em 2025 um índice semestral de desempenho

sectorial que liga pontuações a dotações orçamentais no *Climate Action Plan 2030* (Stockholm Stad, 2025). Amesterdão mantém a liderança ao nível da medição da circularidade, divulgando anualmente as percentagens de materiais reutilizados e as reduções absolutas de resíduos ao abrigo da sua Estratégia de Economia Circular 2050 (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Cumpre notar que estas três ilustrações provêm de relatórios e portais institucionais – fontes externas ao corpus de artigos académicos analisados – sendo aqui convocadas para comprovar a transferibilidade de metodologias e oferecer um referencial comparativo pertinente para a realidade portuguesa.

Ao realizarmos um processo de *benchmarking*, devemos ter em consideração os seguintes elementos: (a) as metodologias de recolha e validação de dados – por exemplo, que protocolos de inventariação de emissões usam as outras cidades, com que frequência atualizam os dados e que verificações de qualidade aplicam; (b) os mecanismos de governança e participação cidadã – isto é, de que forma envolvem habitantes, Organizações Não Governamentais (ONG's) e universidades no planeamento e monitorização climática; e (c) as estratégias de comunicação e transparência – incluindo o uso de plataformas abertas, relatórios públicos ou *dashboard* online para partilhar o progresso (ou dificuldades) com o público. Ao se validar estes fatores, é possível assegurar não só a comparação de resultados, mas também a aprendizagem com os processos que levam a esses mesmos resultados.

Algumas cidades europeias têm-se destacado pela sua vanguarda na monitorização e implementação de políticas climáticas, em particular, Estocolmo, Copenhaga e Viena são frequentemente citadas como casos de excelência rumo à neutralidade carbónica, combinando metas ambiciosas com uma execução consistente. Estas cidades distinguem-se por adotar modelos participativos de governação climática, por fazer uso extensivo de dados abertos e por integrar soluções baseadas na natureza nos seus planos urbanos (Bai *et al.*, 2018). A **tabela 2** abaixo resume algumas iniciativas exemplares de monitorização climática adotadas por cidades europeias, que podem servir de inspiração e aprendizagem para a cidade do Porto:

**Tabela 2** – Exemplos de abordagens de monitorização climática em cidades europeias de referência (Fonte: Elaboração Própria, 2025)

| Cidade     | Monitorização                                  | Características                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Copenhaga  | Orçamento Anual de Carbono por Sector          | Estabelece metas anuais de redução de CO <sub>2</sub> em cada sector (transportes, edifícios, etc.), com acompanhamento rigoroso. Envolve ativamente a comunidade local na definição e execução das medidas. Resulta numa elevada transparência e responsabilização, funcionando como um “budget climático” público.                                                   |
| Estocolmo  | Índice de Desempenho Climático Sectorial       | Sistema de pontuação semestral que avalia o desempenho de vários sectores (energia, resíduos, mobilidade) face às metas climáticas. As atualizações bianuais são realizadas em parceria com universidades locais, assegurando o rigor científico e fomentando a inovação através da academia.                                                                          |
| Amesterdão | Indicadores de Circularidade Urbana            | Desenvolvimento de métricas específicas para monitorizar a transição para a economia circular (ex. % de materiais reutilizados, redução de resíduos). Estes indicadores foram integrados nos relatórios climáticos oficiais da cidade. Esta abordagem destaca-se pela inovação temática (além do carbono) e pela incorporação nos mecanismos formais de reporte.       |
| Viena      | Portal Aberto de Dados Climáticos (indicativo) | Disponibilização pública de dados atualizados sobre emissões, energia, mobilidade e clima urbano. Viena é conhecida por uma forte política de dados abertos e pelo uso de soluções baseadas na natureza nos seus indicadores (ex. monitorização de infraestruturas verdes), promovendo envolvimento cívico e aprendizagem intercidades (D’Amato <i>et al.</i> , 2020). |

Os exemplos acima ilustram diferentes mecanismos de monitorização implementados em quatro cidades distintas, cada um ajustado à sua realidade institucional e prioridades estratégicas. Apesar da diversidade, é possível extrair lições comuns. As cidades de Copenhaga e Estocolmo demonstram a eficácia de definir metas sectoriais claras e

periódicas (anuais ou semestrais) acompanhadas de uma revisão de progresso – uma prática que reforça a *accountability* interna e externa. Já a cidade de Amesterdão mostra a importância de expandir o leque de indicadores para além dos habituais, incluindo áreas emergentes como a circularidade, o que pode inspirar a cidade do Porto a considerar indicadores para sectores menos tradicionais, mas relevantes (ex., uso do solo, captura de carbono por espaços verdes, etc.). De um modo geral, uma estratégia de *benchmarking* efetiva deve ser estratégica e adaptativa, ou seja, procurar adotar o que for pertinente das outras cidades, mas respeitando as particularidades locais. Nem todos os indicadores ou práticas de outra cidade serão automaticamente replicáveis – fatores culturais, institucionais e geográficos pesam neste ponto. Contudo, muitos processos e métodos são transferíveis: por exemplo, criar um *dashboard* consultivo em parceria com universidades (à semelhança de Estocolmo) ou desenvolver um orçamento de carbono (inspirado em Copenhaga) são ações que podem ser ajustadas à realidade portuense com as devidas adaptações.

Para além das cidades mencionadas, importa também referir iniciativas colaborativas que facilitam o *benchmarking* e a aprendizagem mútua. Redes como o *Climate Leadership Group* (*C40 Cities*) e o *Eurocities*, ou programas como o *Covenant of Mayors*, criam espaços de partilha de dados e boas práticas entre cidades. Muitas cidades europeias produzem relatórios voluntários de progresso alinhados com os ODS (os chamados *Voluntary Local Reviews*). Por exemplo, Roterdão e Copenhaga têm seguido metodologias semelhantes de mapeamento das contribuições locais para os ODS, identificando onde é que há mais progresso e onde é que há lacunas a colmatar. Este processo de mapeamento dos ODS ajuda a guiar a construção de novas políticas e assegura que a ação climática local está em conformidade com os mesmos. Ao comparar-se com cidades que já integram os ODS nos seus sistemas de monitorização, o Porto poderá igualmente encontrar formas de ligar os seus indicadores climáticos aos objetivos universais, potenciando co-benefícios e acesso a financiamento internacional orientado para os ODS.

Em conclusão desta secção, podemos admitir que o *benchmarking* serve como um exercício de aprendizagem estratégica. Para o Porto, olhar para outras cidades europeias significa inspirar-se em políticas inovadoras, evitar repetir erros já identificados por outros e adotar referenciais de desempenho ambiciosos. Como notam Fonseca e Barbosa (2024), o processo de *benchmarking* deve ser contínuo e adaptativo: à medida que o Porto implementa o seu sistema de monitorização, pode ir incorporando novas métricas ou práticas aprendidas

externamente, tudo sem perder de vista a sua realidade local única. Desta forma, a cidade evolui beneficiando do conhecimento coletivo construído pelas cidades europeias na transição para a neutralidade carbónica.

### 3.4. *Dashboards* e Sistemas de Monitorização: Potencialidades, Desafios e Implicações Políticas

Nos últimos anos, a utilização de *dashboards* tornou-se uma tendência proeminente na monitorização climática urbana. Esses sistemas interativos de visualização de dados vieram revolucionar a forma como os dados ambientais são agregados, analisados e comunicados, oferecendo potencialidades significativas, mas levando também a novos desafios de ordem técnica e política, isto porque, quando os indicadores apresentados não correspondem às vivências diárias dos residentes, a confiança na governação tende a reduzir (Young *et al.*, 2021).

A literatura sobre a governação urbana aberta sublinha também que a legitimidade dos *dashboards* aumenta quando os indicadores são coproduzidos com os diversos atores da cidade. Bulkeley e Betsill (2013) mostram que os processos participativos de definição e revisão de métricas reforçam a transparência, promovem apropriação social dos dados e mitigam o risco de captura tecnocrática, alinhando a ferramenta com as prioridades verdadeiramente comunitárias.

#### 3.4.1. Enquadramento crítico: a leitura de Rob Kitchin sobre os *dashboards*

Embora a literatura dominante descreva os *dashboards* sobretudo como ferramentas neutras de visualização de dados em tempo real (Kitchin, 2014) adverte que estes dispositivos são, acima de tudo, artefactos sociotécnicos carregados de escolhas políticas e epistemológicas. Ao seleccionarmos “o que contar” num *dashboard* urbano, determinamos também “o que importa” para a governação, relegando para segundo plano dimensões que ficam fora do campo da medição. Nesta ótica, o *dashboard* não é apenas um espelho da cidade; é um agente performativo que reconfigura prioridades, redistribui poder entre departamentos e condiciona o debate público. Tal enquadramento converge com a experiência portuense: a definição dos indicadores climáticos para o Contrato de Cidade faz emergir tensões entre padronização europeia e especificidades locais. A incorporação de métricas “inconvenientes”

– por exemplo, justiça climática ou vulnerabilidade a ilhas de calor – responde ao alerta de Kitchin (2015) contra o fetichismo dos dados e reforça a transparência sobre quem beneficia (ou não) da transição para a neutralidade. Em síntese, a lente de Kitchin (2015) complementa a abordagem tecnocrática tradicional ao recordar que medir é sempre escolher – e escolher é um ato político com impactos na equidade, na alocação de recursos e na legitimidade das políticas urbanas.

Em termos práticos, um *dashboard* climático urbano funciona como uma plataforma centralizada onde diversos indicadores – provenientes de múltiplas fontes – são integrados e apresentados de forma gráfica e intuitiva. Ao reunir informações antes dispersas (em relatórios, folhas de cálculo, departamentos diferentes) num único ecrã acessível, o *dashboard* mitiga a fragmentação dos dados, facilitando uma compreensão sistémica do progresso climático da cidade. Uma das maiores potencialidades reside na capacidade de visualização em tempo real: por exemplo, sensores distribuídos pela cidade podem alimentar o *dashboard* com dados atualizados de qualidade do ar, tráfego, produção de energia renovável, etc., permitindo um acompanhamento quase imediato das condições e dos impactos das políticas. Essa natureza dinâmica é complementar aos indicadores de médio-longo prazo, oferecendo tanto a visão instantânea (por ex., nível de poluição do ar neste preciso momento) quanto a visão histórica (tendências ao longo de meses ou anos). Combinar os dados em tempo real com séries históricas enriquece ainda mais a análise, pois fornece um contexto temporal para os utilizadores interpretarem os valores atuais.

Outro ponto forte é a melhoria da transparência e da comunicação. Bem desenhados, os *dashboards* podem traduzir indicadores técnicos em gráficos e mapas de fácil leitura, acessíveis a públicos não especializados. Alguns princípios de boas práticas incluem usar visualizações adequadas e acompanhadas de contexto (legendas, meta-informação) para evitar interpretações erróneas. Além disso, um *dashboard* deve exibir a proveniência e atualização dos dados – por exemplo, indicando a fonte (departamento municipal, sensor, etc.), a data de recolha e até níveis de incerteza. Esta ênfase na veracidade dos dados aumenta a confiança dos utilizadores na informação apresentada, garantindo que toda ela seja rastreável e verificável. As cidades que disponibilizam publicamente os seus painéis de monitorização climática tendem a criar um maior envolvimento dos cidadãos, uma vez que os residentes passam a poder acompanhar o progresso da sua cidade em tempo real, tendo a

possibilidade de questionar os resultados e participar de forma informada no debate público sobre políticas climáticas.

Adicionalmente, os *dashboards* interativos podem ser adaptados a diferentes tipos de utilizadores. Um único sistema pode ter secções ou modos direcionados para técnicos municipais (com mais detalhes e possibilidade de download de dados), para decisores políticos (com indicadores-chave e alertas de desempenho) e para o público geral ou educativo (com visualizações pedagógicas). Recomenda-se, por isso, que o desenvolvimento de *dashboards* siga metodologias de design centradas no utilizador, devendo envolver diversos *stakeholders* no seu desenho e testes (McGookin *et al.*, 2024). Neste sentido, alguns estudos de *co-design* demonstram que envolver utilizadores desde o protótipo melhora a legibilidade e a apropriação cívica dos painéis (Young *et al.*, 2021).

Por exemplo, em vez de assumir que “*one size fits all*”, a equipa de desenvolvimento deve compreender as necessidades de informação de, digamos, um vereador do ambiente, de um técnico de transporte ou de um morador interessado, e garantir que a navegação e apresentação do *dashboard* lhes sejam úteis e intuitivas. Um bom *dashboard* deve, por isso, incluir: navegação lógica e menus claros, uso consistente de cores e estilos gráficos da cidade, visualizações adequadas a cada tipo de dado (evitando gráficos enganosos), inclusão de explicações sobre cada indicador e, como referido, transparência total quanto à qualidade dos dados. Quando bem implementado, um *dashboard* climático torna-se assim não apenas uma ferramenta de monitorização, mas também um instrumento de *governance* digital, educando e responsabilizando todos os atores pela transição climática.

Apesar das promessas, a adoção de *dashboards* climáticos enfrenta uma série de desafios. Primeiro, desafios técnicos e de dados. Muitas cidades lidam com dados climáticos fragmentados em múltiplos sistemas ou formatos, tornando complexa a integração numa plataforma única (McArdle & Kitchin, 2016).

Problemas como a falta de interoperabilidade entre bases de dados, dados em falta ou de qualidade duvidosa e atualização irregular podem dificultar a operacionalização do *dashboard*. A fragmentação de dados é vista como um obstáculo recorrente, o que reforça a necessidade de investir em plataformas integradoras e numa governação de dados sólida. O Porto, por exemplo, para implementar um *dashboard* eficaz, terá de assegurar que os diversos

departamentos (ambiente, mobilidade, energia, proteção civil, etc.) alimentam regularmente a plataforma com dados validados e num formato compatível.

Um segundo desafio é o recurso a capacidades institucionais. Implementar e manter um *dashboard* requer algumas competências técnicas especializadas em gestão de bases de dados, design de informação, análise de dados), que nem sempre estão disponíveis no quadro de pessoal municipal. Young *et al.* (2021) salientam que é necessário fortalecer as capacidades institucionais através de ações de formação contínua e alocação adequada de recursos humanos e financeiros para a monitorização. Sem essa capacitação, há risco de o *dashboard* se tornar uma ferramenta subutilizada ou desatualizada. Além disso, a manutenção de um *dashboard* exige atualizações frequentes de software, gestão de segurança (especialmente se houver dados sensíveis) e curadoria para evitar o excesso de informação pouco relevante. Assim, é recomendável que as cidades estabeleçam parcerias com universidades e/ou empresas tecnológicas locais para apoiar a evolução técnica do sistema, garantindo a sua sustentabilidade a longo prazo.

No que toca à usabilidade e interpretação, um perigo possível de identificar é a dependência excessiva de indicadores quantitativos. Conforme notaram Feldmeyer *et al.* (2019), um *dashboard* puramente quantitativo pode falhar em captar nuances qualitativas importantes do progresso climático, sendo por vezes necessária a complementação com uma análise qualitativa ou narrativas explicativas. Há também o risco de simplificação excessiva: os decisores políticos podem ser tentados a tomar medidas apenas para “melhorar o número no *dashboard*”, sem considerar plenamente a complexidade das ações necessárias. Isso requer um uso cauteloso: os indicadores devem servir de apoio à decisão, e não de substituto de análise aprofundada. Adicionalmente, os indicadores, quando descontextualizados, podem gerar mal-entendidos no público – daí a importância de, no próprio *dashboard*, incluir contexto e explicações (por ex., se as emissões aumentaram num trimestre devido a um inverno excecionalmente frio, tal deve ser anotado).

Um *dashboard* de monitorização reforça, por um lado, a transparência e *accountability* da governação local. Quando os dados de progresso (ou retrocesso) estão disponíveis publicamente, os dirigentes municipais ficam mais expostos ao escrutínio público e mediático. Isso pode ser um fator positivo, gerando pressão para o cumprimento das metas e promovendo uma cultura de resultados baseada em evidências. No Porto, a adoção de um

*dashboard* climático, acessível online, poderia aumentar a confiança dos cidadãos nas políticas ambientais, ao verem em tempo real o impacto das medidas (ex. redução gradual das emissões de transporte ano após ano, aumento da energia solar instalada, etc.). Por outro lado, essa transparência exige coragem política: nem todos os indicadores irão mostrar uma trajetória positiva a curto prazo, pelo que alguns poderão admitir estagnação ou falhas, fenómenos que fazem parte de uma gestão transparente, mas que exigem uma preparação prévia por parte dos decisores para explicar os dados e adaptar as políticas conforme as lições aprendidas. Em alguns casos, podem surgir conflitos – se os indicadores expuserem que determinado projeto climático não está a produzir os resultados esperados, pode haver pressão para reorientar fundos ou mudar de estratégia, o que requer agilidade política.

No plano organizacional, a implementação de um sistema de monitorização integrado pode quebrar silos institucionais. Tradicionalmente, os departamentos municipais tendem a gerir os seus indicadores separadamente; um *dashboard* unificado incentiva a colaboração transversal, já os dados de vários sectores convergem numa visão comum. Isso pode levar a uma governança mais integrada, onde, por exemplo, o departamento de urbanismo coordena com o de ambiente para relacionar indicadores de uso do solo com emissões e resiliência climática. Contudo, essa integração também exige clarificar responsabilidades: quem é o responsável pela gestão do *dashboard*? Como são decididas atualizações ou novos indicadores? É crucial que todas estas questões de protocolo e governança digital sejam resolvidas para que o sistema funcione de forma ágil e confiável.

Por fim, importa referir o potencial transformador que os *dashboards* e os sistemas de monitorização trazem para as políticas públicas urbanas. Ao democratizarem o acesso a informações antes restritas a relatórios técnicos, estas ferramentas podem empoderar a sociedade civil e os *stakeholders* locais (a comunidade passa a poder usar os dados municipais para propor iniciativas, por ex.). O conhecimento gerado pelo *dashboard* pode igualmente alimentar processos de aprendizagem coletiva – identificando quais as políticas que funcionam melhor, que tiveram impactos mais positivos – e fomentar colaborações intermunicipais (cidades passam a poder comparar *dashboards* umas com as outras em tempo real).

A literatura aponta, assim, três perfis de *dashboard* (quantitativo genérico, específico de justiça climática e híbrido), desenvolvidos em detalhe no Capítulo 4 no contexto portuense.

## 4. Reflexão crítica das atividades desenvolvidas no âmbito da literatura

### 4.1. Evolução dos Indicadores Climáticos no Porto (2015–2019)

Entre 2015 e 2019, a cidade do Porto acompanhou o desempenho climático principalmente através de indicadores sectoriais tradicionais, alinhados com compromissos nacionais e europeus de mitigação. Em particular, monitorizaram-se as métricas de emissões de GEE por sector (como a energia e os transportes) e de eficiência energética, em sintonia com as metas definidas na época, no âmbito do Pacto dos Autarcas para o Clima e Energia e do Plano de Ação para a Energia Sustentável, então em vigor. Esses indicadores focavam-se em *outputs* quantitativos (toneladas de CO<sub>2</sub> evitadas, % de energia renovável, etc.), fornecendo uma medida clara do progresso rumo às metas de redução de emissões.

Ao analisarmos de forma crítica o sistema de indicadores vigente à época, podemos perceber que o mesmo apresentava limitações importantes. Em primeiro lugar, havia uma forte fragmentação institucional e tecnológica ao nível da monitorização: os dados estavam dispersos por diferentes departamentos municipais e entidades parceiras, sem uma plataforma integrada para agregá-los. Consequentemente, algumas métricas eram atualizadas de forma irregular, dificultando o acompanhamento contínuo do progresso. Não existia um *dashboard* unificado e acessível em tempo quase real que permitisse visualizar o desempenho climático de forma holística e interativa, pelo que a monitorização ocorria, sobretudo, via relatórios anuais ou semestrais, limitando a capacidade de deteção precoce de desvios ou de uma comunicação transparente com o público em tempo útil.

Em segundo lugar, os indicadores utilizados eram de âmbito relativamente restrito, focados nos objetivos centrais de mitigação (redução de emissões e ganhos de eficiência), porém não cobriam as dimensões emergentes da ação climática. Até 2019, praticamente não se mediam aspetos relacionados com a adaptação climática, economia circular, qualidade do ar em tempo real ou justiça climática. O quadro de indicadores então vigente – embora incluísse metas sectoriais relevantes – não abarcava co-benefícios socioambientais nem as desigualdades locais, deixando de fora questões como a distribuição dos benefícios da ação climática ou a vulnerabilidade de grupos específicos. Esta limitação significava que o Porto podia atingir certos objetivos numéricos (por exemplo, reduzir emissões totais), mas

continuava sem indicadores para avaliar se essa redução estava a ser alcançada de forma equitativa entre bairros ou se vinha acompanhada de melhorias noutras áreas (qualidade do ar, saúde pública, etc.). Em suma, os indicadores utilizados até 2019 eram insuficientes para capturar a complexidade da transição climática urbana – privilegiavam quantidades agregadas de carbono emitido/poupado, mas negligenciavam tanto a componente social da neutralidade (ex.: pobreza energética, justiça intergeracional) quanto outros resultados ambientais correlatos. Importa ainda sublinhar que todo o processo de seleção destas métricas ocorreu, à época, quase exclusivamente dentro da esfera técnico-institucional; auscultar a população antes de definir o portefólio de indicadores teria permitido aferir prioridades sentidas no terreno, calibrar as métricas às realidades de cada bairro e, sobretudo, reforçar a legitimidade política do *dashboard* (Bulkeley & Betsill, 2013).

Do ponto de vista da eficácia para cumprir as metas de 2019, podemos argumentar que este conjunto de indicadores teve eficácia limitada. Por um lado, permitiu acompanhar os grandes números e verificar que as metas quantitativas de mitigação estavam, de um modo geral, bem encaminhadas (a redução efetiva das emissões sugere que a cidade se aproximou dos objetivos pactuados). Por outro lado, a ausência de métricas mais abrangentes e atualizadas reduziu o poder desses indicadores como ferramenta de gestão estratégica. Não havendo indicadores para certos domínios (ex. adaptação ou justiça climática), as políticas municipais nessas áreas careciam de monitorização sistemática, o que dificulta avaliar se as metas qualitativas ou transversais foram cumpridas. Além disso, a falta de um *dashboard* público e interativo impediu uma maior transparência e *accountability*: os cidadãos e decisores não dispunham de um painel fácil de consultar para escrutinar o progresso (algo que, segundo a literatura, é crucial para induzir responsabilização e aprendizagem contínua). Esta constatação vai ao encontro da perspetiva crítica de Kitchin *et al.* (2015), para quem aquilo que se escolhe medir num dashboard urbano determina “o que conta” na governação. No caso do Porto, a ênfase quase exclusiva em métricas de carbono significou que outras questões passaram para segundo plano na monitorização e, possivelmente, na alocação de atenção e recursos políticos.

Por último, ao analisar o *dashboard* existente, importa destacar que as suas limitações não eram incomuns em contextos urbanos similares. O caso do Porto reflete as dificuldades gerais da governação climática baseada em indicadores: a tensão entre padronização (que facilita comparações e cumprimento de normas) e relevância local (que exige adaptar métricas

à especificidade da cidade). Esses pressupostos ficam evidentes nas melhorias propostas no final da década, quando o município reconheceu a necessidade de fortalecer e expandir o sistema de indicadores para dar suporte à meta de neutralidade carbônica até 2030.

#### 4.2. Modelos Alternativos de *Dashboard* Climático: Abordagens Teóricas

Com base na literatura sobre governança climática urbana e em críticas contemporâneas aos sistemas de indicadores, é possível conceber três modelos alternativos de *dashboard* para a monitorização climática local. Cada modelo enfatiza diferentes filosofias e conjugações de métricas, distinguindo-se em três eixos principais: (i) indicadores genéricos vs. específicos; (ii) foco em métricas técnicas vs. inclusão de indicadores de justiça climática e co-benefícios; (iii) abordagem puramente quantitativa vs. híbrida (quantitativa + qualitativa). Em seguida, serão apresentados os três modelos, com os respectivos pressupostos, vantagens, limitações e implicações políticas distintas, que ilustram essas abordagens teóricas.

Entre vários painéis técnico-ambientais existentes – por exemplo, o *Climate Action Dashboard* da OECD, que se limita a séries de emissões e energia – optou-se por modelos capazes de integrar indicadores de justiça climática, por alinharem explicitamente com o princípio europeu da transição justa (Comissão Europeia, 2020).

##### 4.2.1. Modelo 1: *Dashboard* Genérico e Quantitativo (Métricas Técnicas Padronizadas)

Este modelo representa a abordagem tradicional e padronizada da monitorização climática urbana, privilegiando indicadores genéricos amplamente aceites e de natureza estritamente quantitativa.

#### ➔ Pressupostos

Parte-se da ideia de que a comparação entre cidades e o alinhamento com referências globais são fundamentais para legitimar e orientar a ação local. Assim, o *dashboard* assenta em indicadores técnicos universais – por exemplo, toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas per capita, consumo energético por sector, % de energias renováveis, etc. – geralmente definidos por organismos internacionais como a International Organization for Standardization (ISO). Supõe-se que medir essas variáveis *core* permite avaliar objetivamente o cumprimento de

metas e comparar desempenhos entre cidades. Este modelo abraça a racionalidade técnica, vendo os indicadores como instrumentos neutros de medição do progresso climático.

#### ➔ Vantagens

Ao usar indicadores genéricos e padronizados, o *dashboard* garante comparabilidade e consistência metodológica. Cidades que sejam distintas podem ser facilmente cotejadas, facilitando o *benchmarking*. Por exemplo, adotar métricas comuns aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) ou ao Pacto dos Autarcas permite inserir o Porto num quadro mais amplo de reporte, reforçando a coerência multiescalar das políticas. Além disso, os indicadores técnicos quantificáveis tendem a ser claros e mensuráveis, proporcionando uma sensação de objetividade e rigor científico (exemplo disso são as toneladas de CO<sub>2</sub> que podem ser medidas com metodologias reconhecidas, conferindo alguma credibilidade ao sistema). Essa objetividade aparente pode aumentar a confiança dos decisores e investidores, que veem números “duros” como evidência de desempenho. Politicamente, um *dashboard* genérico e quantitativo é relativamente fácil de comunicar, havendo, para isso, um recurso frequente a gráficos, que abrem a porta a narrativas de sucesso como “X% de redução alcançada”, e podem ser mobilizadas em prestações de contas públicas. Além disso, promove a accountability tradicional – os líderes locais podem ser avaliados por metas numéricas claras, como “diminuir emissões em Y% até determinado ano”.

#### ➔ Limitações

A padronização excessiva pode levar a um *one-size-fits-all*, que ignora as especificidades locais. Os indicadores genéricos nem sempre capturam nuances do contexto portuense – fatores socioeconómicos, geográficos ou culturais –, que influenciam a mitigação e a adaptação climática, e que acabam por não ser consideradas ao não constarem do *dashboard* padrão. Por exemplo, duas cidades podem ter a mesma emissão per capita de CO<sub>2</sub>, mas por razões totalmente distintas (estrutura económica, matriz de transporte, etc.), algo que um painel genérico não esclarece. Assim, há um forte risco de simplificação excessiva: perseguir metas numéricas sem entender plenamente o processo subjacente. Além disso, concentrar-se apenas em métricas técnicas pode marginalizar aspetos sociais e distributivos, criando uma ilusão de sucesso global que esconde desigualdades ou impactos colaterais. A literatura alerta que essa abordagem pode promover uma “gestão por números” acrítica, onde melhorar o

indicador se torna um fim em si mesmo (*tunnel vision*), potencialmente à custa de estratégias mais holísticas. Os indicadores genéricos podem também mascarar problemas de qualidade ou atualidade dos dados locais - ex.: os inventários de emissões desatualizados produzem um número de CO<sub>2</sub>, mas que pode não refletir a realidade atual, induzindo decisões erradas.

#### ➔ Implicações políticas

Um *dashboard* deste tipo privilegia a narrativa tecnocrática do clima, possivelmente em detrimento da participação pública. Por focar em indicadores convencionais e neutros, tende a reduzir o debate político a cumprir ou não cumprir metas numéricas, podendo desvalorizar contributos qualitativos da comunidade. Conforme Kitchin *et al.* (2015) argumentam, tais plataformas não são neutras: “decidir o que é monitorizado e exibido equivale a decidir o que conta no governo da cidade”. No modelo genérico, quem decide é geralmente uma elite técnica alinhada a padrões internacionais – o que pode empoderar tecnocratas e excluir saberes locais do processo de monitorização. Por outro lado, este modelo facilita aos políticos a celebração das conquistas quantitativas (por ex.: “alcançámos a meta de X% de redução de emissões”), o que pode ser explorado em campanhas e relatórios oficiais. Alguns riscos políticos incluem a acomodação, ou seja, se os indicadores mostrarem progresso, pode haver menos ímpeto para aprofundar ações verdadeiramente transformativas (mesmo que persistam problemas não mensurados). Inversamente, se as metas não forem atingidas, este modelo de *dashboard* torna muito visível o fracasso, podendo gerar pressões e até sancionar politicamente os responsáveis – o que pode ser positivo para a responsabilização, mas também pode levar a uma certa resistência na definição de metas mais ambiciosas (já que metas pouco ambiciosas permitem assegurar bons indicadores). Em suma, este primeiro modelo reforça uma governação climática orientada por resultados numéricos universais, com uma alta comparabilidade, porém coloca em causa a sensibilidade local e a transparência sobre *trade-offs* e desigualdades.

#### 4.2.2. Modelo 2: *Dashboard* Específico com Indicadores de Justiça Climática e Co-benefícios

O segundo modelo propõe um *dashboard* focado em indicadores específicos do contexto local e orientado para dimensões de justiça climática e co-benefícios das políticas. Trata-se de uma abordagem que vai além dos números técnicos convencionais, incorporando métricas

sociais e ambientais complementares, de forma ainda quantitativa, mas dirigida à realidade particular da cidade.

#### ➔ Pressupostos

Este modelo assenta na visão de que a transição climática deve ser avaliada não só pelo quanto de carbono se corta, mas também como e quem é impactado por essas ações. Pressupõe que medir a justiça climática e os impactos colaterais é necessário para garantir uma transição inclusiva e sustentável. Assim, selecionam-se indicadores adaptados à especificidade do Porto – seja pela situação socioeconómica, seja pelas vulnerabilidades ambientais locais. Neste contexto, poder-se-ia incluir indicadores como o índice de pobreza energética no município, a % de habitações com conforto térmico adequado no inverno, a exposição da população a ondas de calor, a evolução da qualidade do ar urbana em diferentes zonas, ou a distância (m) máxima a um espaço verde. Tais métricas refletem preocupações com a equidade e o bem-estar que um painel meramente técnico não cobre. A escolha de indicadores específicos implica a realização de um diagnóstico local e a revisão de literatura, de modo a capturar os principais desafios portuenses, como a inclusão social e a coesão territorial, dentro do contexto climático. Teoricamente, este modelo inspira-se em abordagens de justiça ambiental e transição justa, como as defendidas por autores como Schlosberg *et al.* (2021), que salientam a importância de incorporar critérios de justiça nos indicadores de adaptação climática urbana.

#### ➔ Vantagens

Ao incluir indicadores de justiça climática e co-benefícios, o *dashboard* oferece uma visão multidimensional do desempenho climático, capturando resultados que diretamente afetam a qualidade de vida dos cidadãos, o que permite enriquecer o processo de monitorização: para além de saber se as emissões caíram, passa-se a saber quem beneficia com as políticas (ou quem possa estar a ser excluído). Por exemplo, métricas como a % de população com acesso a meios de transporte “limpos”, ou o nº de empregos verdes criados, evidenciam co-benefícios socioeconómicos da ação climática. Este enfoque integrado permite alinhar as políticas locais com os ODS e com a noção de transição justa, valorizando sinergias entre a mitigação, saúde pública, inclusão e outros domínios. Outra vantagem é orientar a governação para a equidade: com indicadores específicos sobre, digamos, bairros vulneráveis,

os decisores dispõem de informação que os permite direcionar os investimentos para onde são mais precisos, tornando as intervenções mais eficazes e justas. Politicamente, um *dashboard* com justiça climática pode aumentar a legitimidade e o apoio público às políticas, já que demonstra preocupação explícita com os mais vulneráveis e com benefícios tangíveis para a comunidade. Algumas cidades foram pioneiras nesta abordagem: Barcelona, com indicadores de conforto térmico habitacional, ou Lisboa, com métricas de pobreza energética, mostrando ser possível traduzir os conceitos de justiça em números que influenciam as políticas de habitação e energia. Além disso, esta abordagem específica promove uma maior ligação com a comunidade local – os cidadãos identificam-se mais com indicadores que refletem a sua vida diária (ex.: qualidade do ar no seu bairro) do que com estatísticas abstratas de CO<sub>2</sub>.

#### ➔ Limitações

Apesar das vantagens, há desafios significativos. Medir a justiça climática e os co-benefícios de forma objetiva é complexo. Muitos destes indicadores requerem dados detalhados e atualizados (inquéritos socioeconómicos para avaliar a pobreza energética ou sensores distribuídos por zonas para avaliar a qualidade do ar, por ex.), que nem sempre existem ou são fáceis de obter com elevada frequência. A seleção de indicadores específicos pode ser permeada de subjetividade e disputa política: que indicadores de justiça incluir? Como defini-los? Diferentes atores podem ter opiniões divergentes sobre que métricas captam melhor a “justiça” ou a “inclusão”. Também pode ocorrer incomparabilidade: ao adotar métricas muito locais, o Porto pode ficar sem termos de comparação externa, dificultando saber se está avançado ou atrasado face a outras cidades, já que poucas terão exatamente os mesmos indicadores (o que acaba por comprometer o *benchmarking*). Em termos operacionais, um *dashboard* mais rico em indicadores sociais e ambientais exigirá uma capacidade técnica acrescida: cruzar dados de diferentes fontes (ambientais, económicas, de saúde), possivelmente com diferentes frequências e formatos, elevando a complexidade de manutenção. Há ainda o risco de informação em excesso (*information overload*): agregar indicadores técnicos e sociais pode tornar o *dashboard* denso e difícil de interpretar se não for bem desenhado, fazendo com que os consumidores da informação fiquem confusos ou se concentrem apenas nos números mais familiares (ignorando os restantes). Finalmente, revelar dados de justiça climática pode trazer à tona realidades incómodas, vulnerabilidades ou falhas de políticas passadas, o que pode gerar resistência interna, levando a que os técnicos

ou os políticos possam hesitar em expor indicadores que evidenciem desigualdades ou falta de progresso em certas áreas.

### ➔ Implicações políticas

A adoção deste modelo sinaliza uma mudança de paradigma na governação climática local – de uma abordagem meramente tecnocrática para uma abordagem mais democrática e orientada por valores (Bulkeley & Betsill, 2013). Incluir indicadores “inconvenientes” implica coragem política, uma vez que a administração passa a estar disposta a escrutinar-se quanto a temas sensíveis (desigualdade, falhas de bem-estar, etc.) em praça pública (Young *et al.*, 2021). Essa transparência acrescida pode reforçar a confiança pública a longo prazo, mas no curto prazo pode expor a CMP a críticas se os indicadores de justiça mostrarem resultados negativos (Kitchin, 2015). Por exemplo, se o *dashboard* revelar que certos bairros continuam com uma má qualidade do ar ou índices elevados de pobreza energética, alguns partidos da oposição, ou até movimentos civis, poderiam usar esses dados para pressionar a mudanças – o que, embora desafiante para o governo local, é saudável em termos de accountability e eventual correção de políticas (Sovacool *et al.*, 2016). Além disso, este modelo redistribui poder no processo de monitorização: ao tornar visível a dimensão social, dá voz (ainda que indiretamente, via dados) a comunidades frequentemente marginalizadas nos processos decisoriais (Schlosberg *et al.*, 2021). Neste sentido, a literatura sugere que *dashboards* podem ser vistos como “artefactos performativos” que reconfiguram prioridades e redistribuem poder/conhecimento (Kitchin, 2014). Aqui, ao tornar certos problemas visíveis (ex. injustiças), o *dashboard* força a agenda política a envolvê-los – o que pode transformar a cultura institucional, integrando departamentos de ação social, saúde ou habitação na discussão climática (McGookin *et al.*, 2024). No entanto, há o perigo de tokenism, caso os indicadores de justiça sejam incluídos por pressão externa, mas sem vontade política real de atuar sobre eles, fazendo com que o painel fique “progressista” na aparência, mas sem impacto concreto caso não haja follow-up de políticas (Mondal *et al.*, 2024). Em suma, o modelo 2 carrega as potenciais implicações de uma maior participação e mudança de prioridades, mas também exige um certo compromisso político para traduzir os dados de justiça e co-benefícios em ação efetiva.

#### 4.2.3. Modelo 3: *Dashboard* Híbrido e Integrado (Quantitativo–Qualitativo)

O terceiro modelo propõe uma abordagem híbrida, combinando indicadores quantitativos com elementos qualitativos de avaliação. Mais do que escolher entre genérico vs. específico ou técnico vs. justiça, este modelo enfatiza a integração de diferentes tipos de conhecimento no *dashboard*. Trata-se de um modelo misto, onde dados numéricos convivem com análises narrativas, avaliações descritivas e participação dos *stakeholders*, visando captar tanto os resultados mensuráveis quanto os *trade-offs* e contextos subjacentes.

##### ➔ Pressupostos

Este modelo parte do reconhecimento de que nenhum conjunto de indicadores puramente numérico consegue abranger toda a complexidade das transições urbanas. Assume-se que as métricas quantitativas devem ser interpretadas à luz de um contexto, e que alguns aspetos qualitativos (como perceções da comunidade, grau de implementação de políticas, casos de sucesso ou fracasso específicos) também precisam de ser monitorizados. Assim, o *dashboard* híbrido inclui, além dos indicadores quantificáveis (sejam genéricos ou específicos), informação qualitativa estruturada, como relatos curtos a explicar as variações dos indicadores, estudos de caso ilustrativos, índices compostos que incorporam avaliações expert, ou até inquéritos de satisfação pública. Feldmeyer *et al.* (2019) defendem modelos híbridos precisamente para explicitar os *trade-offs* distributivos e evitar uma gestão climática guiada apenas por metas numéricas de curto prazo. O pressuposto fundamental é de que o *dashboard* deve funcionar não apenas como “termómetro”, mas também como ferramenta de aprendizagem e reflexão, estimulando perguntas como “porquê que estamos a progredir/falhar?” e não apenas “quanto falta para a meta?”.

##### ➔ Vantagens

A principal virtude do modelo híbrido é oferecer um quadro mais rico e esclarecedor da performance climática. Ao complementar “o quê” (dados) com “porquê” (análise), o *dashboard* evita interpretações erróneas ou decisões precipitadas. Por exemplo, se um indicador de emissões aumentar num certo ano, o *dashboard* híbrido incluiria uma nota explicativa como: “No ano X é possível verificar um aumento das emissões em 5%. Tal deve-se, em parte, a um maior recurso a sistemas de aquecimento, em função de um inverno muito frio”. Estes tipos de observações permitem contextualizar os números apresentados e evitar

alarmes indevidos. Do mesmo modo, os indicadores qualitativos podem captar realizações não quantificáveis: p. ex., um *score* qualitativo relacionado com a qualidade do plano climático municipal, ou uma avaliação textual da eficácia de uma campanha educativa. Isso previne a “tirania dos números” – situações em que apenas importa aquilo que é quantificável, ignorando-se fatores intangíveis, mas críticos. McArdle e Kitchin (2016) reportam que “um *dashboard* puramente quantitativo e focado em métricas rígidas pode falhar em captar nuances importantes do progresso climático”, recomendando complementar os números com análises narrativas. Outra vantagem é promover a flexibilidade adaptativa: informação qualitativa pode rapidamente incorporar novos conhecimentos ou sinalizar problemas emergentes antes que estes sejam mensuráveis. Por exemplo, relatos de moradores sobre cheias frequentes podem acender o alerta de vulnerabilidade climática mesmo antes de haver dados históricos suficientes para um indicador formal – num painel híbrido, essas percepções poderiam constar numa seção de “sinais precoces” ou “feedback comunitário”. Em termos de comunicação, o modelo híbrido permite envolver diferentes públicos: os técnicos e analistas terão os números detalhados à disposição, enquanto os decisores e cidadãos podem beneficiar de sumários explicativos e histórias de sucesso (ou insucesso) partilhadas de forma acessível. Isso torna o *dashboard* mais inclusivo em termos cognitivos, alcançando tanto o público especializado, quanto o geral.

#### ➔ Limitações

Integrar componentes qualitativos num *dashboard* traz também desafios. Primeiro, pode-se perder a imediatidade e a simplicidade – a clareza visual de um painel só de gráficos pode se diluir se o utilizador tiver de ler textos longos ou interpretar estudos de caso. Existe o risco de o *dashboard* híbrido se tornar “pesado” em informação, contrariando o princípio da parcimónia. Encontrar o balanço certo entre síntese e detalhe qualitativo é algo complexo: demasiada informação textual pode afastar utilizadores mais impacientes; explicações demasiado pequenas arriscam em não acrescentar valor face aos números. Segundo, avaliar qualitativamente abre espaço para a subjetividade. Por exemplo, atribuir um “selo” qualitativo de desempenho (bom/médio/insuficiente) a determinada política climática envolve juízos de valor – é, portanto, crucial ter critérios transparentes e, de preferência, peer review ou validação externa, para que o componente qualitativo não seja visto como arbitrário ou manipulável. Isso implica empenhar recursos humanos especializados (sociólogos, comunicadores, etc.) para elaborar e rever as análises no *dashboard*. Em terceiro

lugar, a manutenção torna-se mais exigente: atualizar um indicador numérico pode ser automatizado via bases de dados; já atualizar comentários e avaliações qualitativas requer trabalho manual contínuo, o que pode onerar as equipas e introduzir defasagens temporais. Se as análises não forem atualizadas tão rapidamente quanto os números, o *dashboard* pode ficar inconsistente, ou seja, com dados recentes, mas com interpretações desatualizadas. Por fim, existe a possibilidade de contestação política: as interpretações qualitativas podem gerar uma certa disputa – por exemplo, um relatório narrativo que indique um “progresso insuficiente na justiça climática” pode ser politicamente sensível, podendo levar a tentativas de censura ou *spin*. Enquanto os números, por si, podem ser moldados pela seleção dos indicadores, as análises qualitativas são um passo além na interpretação, e, como tal, exigem neutralidade e rigor redobrados, para não caírem em descrédito.

#### ➔ Implicações políticas

A implementação de um *dashboard* híbrido sugere uma cultura de governação reflexiva e aberta ao escrutínio. Politicamente, isso pode ser transformador: ao invés de apenas se celebrar os êxitos numéricos, a administração assume uma postura de *accountability* mais profunda, reconhecendo as dificuldades e justificando os desvios. Assim, este modelo reforça a transparência, já que não só exhibe dados, mas também explica as causas e as medidas corretivas – o que pode, por um lado, aumentar a confiança do público informado, e, por outro, fornecer munição à crítica. Esta maior transparência exige, portanto, uma certa maturidade e preparação política: os decisores terão de estar prontos para responder publicamente não apenas por falhar uma meta, mas pelo porquê desse falhanço (p. ex., admitir que certa iniciativa não resultou e precisar de ajuste). Isso pode gerar, a médio prazo, uma cultura organizacional de aprendizagem contínua: os departamentos municipais, sabendo que suas ações serão não só quantificadas, mas avaliadas qualitativamente, tenderão a colaborar mais, a documentar processos e a incorporar *feedback* externo – movendo a máquina pública do cumprimento cego de targets para a resolução de problemas de forma adaptativa. Por outro lado, há um impacto na distribuição de poder interno: um *dashboard* híbrido idealmente envolveria múltiplos atores na sua elaboração – técnicos de várias áreas, académicos (para aportarem avaliações independentes) e possivelmente cidadãos (através de consultas ou plataformas participativas). Essa participação mais alargada democratiza o processo de monitorização, diluindo a “etnocracia dos dados” – onde apenas uma pequena elite controla a narrativa dos indicadores (Kitchin, 2015). Do ponto de vista das relações com

outras cidades e entidades, um *dashboard* híbrido pode tornar-se uma referência de boas práticas, pois vai além do trivial. Contudo, politicamente nem todos aderem facilmente: aqueles gestores que já estejam habituados a controlar a mensagem podem resistir a publicar análises que exponham as fragilidades existentes. Assim, a adoção completa deste modelo requer vontade política para a autocritica e um compromisso com a transparência que nem todos os contextos encorajam. Em síntese, o modelo 3 implica uma governação climática mais madura, que utiliza o *dashboard* não como vitrine de desempenho, mas como instrumento de gestão adaptativa, com potencial de melhorar a qualidade das políticas públicas – ainda que isso signifique assumir publicamente os percalços e complexidades do caminho.

**Tabela 3** – Síntese comparativa dos três modelos de *dashboard* climático urbano analisados: pressupostos, vantagens, limitações e implicações para o Porto (Fonte: Elaboração Própria)

| Modelo                                                                                 | Pressupostos                                                                                          | Vantagens                                                                                               | Limitações                                                                                               | Implicações para o Porto                                                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modelo 1:<br><i>Dashboard</i><br>Genérico e<br>Quantitativo                            | Comparabilidade internacional e racionalidade técnica; foco em indicadores padronizados e objetivos   | Elevada comparabilidade; alinhamento com ODS e Pacto dos Autarcas; clareza e legitimidade técnica       | Descontextualização; invisibilização de desigualdades; visão tecnocrática redutora                       | Modelo já parcialmente utilizado; promove metas numéricas, mas com sensibilidade limitada às especificidades locais |
| Modelo 2:<br><i>Dashboard</i><br>Específico e<br>Orientado para a<br>Justiça Climática | Necessidade de medir justiça climática e co-benefícios; foco na realidade local                       | Maior sensibilidade local; captação de co-benefícios e vulnerabilidades; legitimidade social e política | Maior complexidade de recolha; dificuldade de comparação externa; risco de <i>overload</i> informacional | Alarga escopo dos indicadores sem exigir complexidade qualitativa total                                             |
| Modelo 3:<br><i>Dashboard</i> Híbrido<br>e Integrado                                   | Nenhum sistema exclusivamente numérico capta a complexidade; é necessário integrar dados qualitativos | Contextualização dos números; interpretação aprofundada; promove aprendizagem institucional             | Subjetividade; maior exigência de recursos humanos; riscos de inconsistência e resistência política      | Ideal a longo prazo; exige estrutura institucional robusta e cultura de governação reflexiva                        |

#### 4.3. Modelo Mais Adequado ao Contexto do Porto (2015–2019)

Considerando a realidade portuense no período em análise e os objetivos municipais então vigentes, qual destes modelos de *dashboard* teria sido mais adequado? É importante ponderar os recursos de dados disponíveis, as prioridades políticas da época e as limitações institucionais do município entre 2015 e 2019. Nesse horizonte temporal, o Porto encontrava-se numa fase inicial de estruturação da sua resposta climática integrada: havia metas ambiciosas para a redução de emissões até 2020 (e definição de novas metas para 2030), porém, a infraestrutura de dados e a cultura de monitorização transversal ainda estavam em processo de consolidação. Por exemplo, não existia até então um observatório

climático municipal unificado, e a Porto Ambiente (entidade-chave) só assumiu plenamente as funções de sustentabilidade em 2017.

Tendo isso em conta, um modelo híbrido integral (Modelo 3) talvez fosse, em teoria, o mais completo e desejável – porém, a sua implementação imediata nos anos pré-2020 esbarraria em desafios práticos de capacidade. Um *dashboard* quantitativo-genérico (Modelo 1) era o caminho já seguido, porém revelou-se insuficiente em alcance. Já um *dashboard* específico centrado na justiça e co-benefícios (Modelo 2) representaria um avanço qualitativo importante, sem requerer de imediato toda a sofisticação de um modelo híbrido completo. Assim, para o intervalo temporal compreendido entre 2015 e 2019, um modelo intermédio que combinasse elementos do Modelo 2 com gradualmente mais componentes do Modelo 3 – ou seja, um *dashboard* expandido em termos de indicadores (incluindo métricas locais de justiça e co-benefícios), mas ainda focado principalmente em dados quantitativos, com incorporação incipiente de análise qualitativa, teria sido o mais adequado para o município do Porto.

Essa escolha permite alcançar o equilíbrio entre ambição e viabilidade. Na prática, significaria que o Porto, já naquela época, alargaria o leque de indicadores monitorizados para além dos GEE e energia, incluindo por exemplo: indicadores de adaptação (número de ocorrências de cheias urbanas e respostas dadas), indicadores de equidade (% de população com necessidades energéticas não satisfeitas, indicadores de acesso a transportes limpos por zona), indicadores de economia circular (taxa de reciclagem – que até foi acompanhada e cumpriu metas nacionais, atingindo 43% em 2019 – e redução de resíduos per capita) e indicadores de saúde ambiental (concentrações de poluentes atmosféricos e frequência de dias com má qualidade do ar). Muitos destes dados estavam já disponíveis em departamentos distintos, porém não eram integrados na “narrativa climática” até então. Incorporá-los num *dashboard* específico teria dado coerência e visibilidade a áreas que acabaram por ficar na sombra durante esse período. Por exemplo, se existisse entre 2015 – 2019 um indicador explícito de pobreza energética ou conforto térmico das habitações, provavelmente este teria evidenciado necessidades nas habitações sociais do Porto, justificando uma antecipação de programas de eficiência energética nessas comunidades – alinhando a agenda climática com a agenda social local, algo que apenas veio a ganhar força nos anos seguintes.

Adicionalmente, a adoção desse modelo expandido fortaleceria a capacidade adaptativa da cidade. Alguns indicadores como o nº de eventos extremos (p. ex. inundações repentinas) e o nível de preparação para os enfrentar (planos de emergência, alertas, etc.) teriam permitido monitorizar o progresso na frente da adaptação, algo que ficou menos visível no período pré-2020. Outra vantagem política: ao mostrar os co-benefícios, como a melhoria da qualidade do ar decorrente da redução de tráfego, ou a criação de empregos verdes através de investimentos ambientais, o município poderia ter construído uma narrativa de sucesso mais tangível para a população. Comunicar que “entre 2015 e 2019, graças às políticas climáticas, a concentração de PM2.5 no ar do Porto diminuiu X%” ou “foram retiradas Y famílias da situação de pobreza energética” tornaria os ganhos da ação climática mais perceptíveis para o cidadão comum do que apenas “reduzimos Z toneladas de CO<sub>2</sub>”. Essa mudança de enfoque poderia ter gerado um maior apoio público e o envolvimento de stakeholders locais já naquela fase, criando um círculo virtuoso de participação no Pacto do Clima.

Por outro lado, é preciso reconhecer que a capacidade institucional até 2019 talvez não suportasse, de imediato, um *dashboard* híbrido completo com análise qualitativa extensiva – tal modelo requer uma governança de dados mais elaborada e consistente e equipas dedicadas à análise contínua. No entanto, iniciar a transição com o alargamento dos indicadores (Modelo 2) já prepararia terreno para, posteriormente, incorporar os elementos qualitativos (moving towards Modelo 3 conforme os recursos fossem reforçados). De facto, ao fazer uma retrospectiva do Estágio Curricular, torna-se evidente que a criação de uma unidade transversal de gestão de dados climáticos e a melhoria das infraestruturas de dados teriam sido passos essenciais para viabilizar no futuro um *dashboard* híbrido de alto nível. Se alguns desses passos tivessem sido iniciados antes de 2020, o Porto possivelmente estaria numa posição ainda mais avançada hoje em termos de monitorização integrada.

Em suma, o modelo recomendado para o Porto em 2015–2019 seria um *dashboard* aprimorado, predominantemente quantitativo, mas de escopo ampliado, incorporando indicadores específicos de justiça climática e de desenvolvimento sustentável. Este modelo teria sido mais adequado por conciliar as metas quantitativas (às quais o Porto já estava comprometido) com uma visão mais abrangente dos resultados e necessidades locais, sem exigir imediatamente a complexidade total de uma monitorização qualitativa contínua. Tal abordagem de compromisso teria permitido ao município cumprir e reportar as metas

climáticas de 2019 de forma mais transparente e contextualizada, ao mesmo tempo lançando os alicerces para uma evolução futura do sistema de indicadores rumo a um *dashboard* híbrido completo.

#### 4.4. Reflexão Contrafactual: Impactos de Indicadores Alternativos

É pertinente desenvolver uma reflexão contrafactual, informada pela literatura e por experiências de outras cidades, sobre o que poderia ter sido diferente caso o Porto tivesse adotado, já em 2015–2019, um conjunto de indicadores alternativos, já incluindo, por exemplo, métricas de justiça climática ou dados ambientais em tempo real. Que tipo de informação ou impacto adicional poderia ter sido evidenciado? Que decisões poderiam ter seguido um rumo distinto? Esta análise contrafactual explora as possibilidades e *trade-offs* de se ter medido “o que antes não era medido”, à luz do carácter performativo dos indicadores urbanos.

Imaginemos que, nesse período, o Porto tivesse implementado um sistema de monitorização em tempo real da qualidade do ar, integrado num *dashboard* público. Tal iniciativa teria, desde logo, revelado com maior granularidade os picos de poluição atmosférica associados, por exemplo, às horas de ponta de tráfego ou a episódios específicos (queima de resíduos, obras urbanas). A visibilidade imediata desses dados provavelmente teria catalisado ações mais céleres: aplicação de políticas de restrição de tráfego automóvel em zonas críticas, criação de Zonas de Emissões Reduzidas aceleradas, dado que o *dashboard* mostraria claramente quando e onde os níveis de NO<sub>2</sub> ou PM<sub>10</sub> excediam padrões de segurança, etc. Este efeito é corroborado por casos noutras cidades e pela teoria dos “dados performativos”: ao tornar certos padrões visíveis em tempo real, o *dashboard* prioriza determinados problemas e pressiona por soluções. Neste contexto, os departamentos municipais sentir-se-iam compelidos a melhorar os números expostos – um fenómeno de auditabilidade descrito por Kitchin *et al.* (2015). No caso contrafactual, com a poluição do ar sob escrutínio público contínuo, é provável que a narrativa política no Porto focasse mais a urgência em descarbonizar os transportes e proteger a saúde, efetivando investimentos mais elevados em transportes coletivos elétricos ou em ciclovias já antes de 2020.

Analogamente, suponha-se que o Porto tivesse adotado um indicador de justiça climática, como o índice de pobreza energética, desde meados da década de 2010. Este

indicador teria evidenciado o grau em que as famílias de baixos rendimentos enfrentam dificuldades para manter a sua casa aquecida no inverno ou arrefecida no verão. Se os dados mostrassem (como é comum em cidades europeias) uma % não negligenciável de agregados em pobreza energética, tal evidência pública poderia ter influenciado a alocação de recursos – por exemplo, antecipando programas de isolamento térmico de edifícios degradados, subsídios para eficiência energética direcionados a famílias vulneráveis, ou a criação de um plano local de combate à pobreza energética em paralelo com as ações de mitigação. A literatura sugere que, ao quantificar e tornar visível uma questão social, conferimos-lhe um certo peso na agenda governativa. Logo, esse indicador de justiça climática teria funcionado como um *spotlight* nas interseções entre política climática e política social, possivelmente conduzindo o município a adotar uma perspectiva mais integrada, onde a redução de emissões viesse de mãos dadas com a redução da desigualdade energética. Outras decisões de investimento poderiam ter seguido essa priorização: por exemplo, ao planear a renovação de iluminação pública para LED (Light-Emitting Diode) ou a instalação de painéis solares, poderia ter-se dado prioridade a bairros com maior vulnerabilidade energética, maximizando co-benefícios sociais.

Além disso, se os indicadores de soluções baseadas na natureza (como a área de parques urbanos per capita ou o índice de conectividade ecológica (ICE)) tivessem sido incorporados desde cedo, isso poderia ter evidenciado a falta de espaços verdes em certas zonas e seus efeitos no conforto térmico urbano. Consequentemente, decisões como a criação de novos parques, telhados verdes ou corredores ecológicos fossem, quiçá, tomadas com maior convicção e urgência antes de 2019, apoiadas pela monitorização de benefícios (temperaturas urbanas mais amenas, maior infiltração de águas pluviais, bem-estar) ao invés de serem vistas apenas como medidas colaterais de sustentabilidade. Em suma, medir esses elementos tornaria patente o valor multifuncional da ação climática, podendo reorientar prioridades orçamentais.

Contudo, esta reflexão contrafactual deve também considerar os *trade-offs* e as limitações alvo de discussão na literatura sobre indicadores urbanos e *dashboards* performativos. Ao incluirmos mais indicadores ou indicadores diferentes, tal não garante, por si, uma melhor tomada de decisão – pode inclusive criar desafios. A introdução de dados em tempo real (como qualidade do ar) num *dashboard* poderia desencadear respostas politicamente reativas de curto prazo (*firefighting*): diante de um pico de poluição exibido

publicamente, os gestores poderiam sentir-se pressionados a adotar medidas imediatas (ex. proibir trânsito num dia) para “baixar o número”, em vez de implementar estratégias estruturais de longo prazo. Esse foco no curto prazo é justamente o que autores como McArdle e Kitchin (2016) alertam ao sugerir a necessidade de abordagens híbridas que evitem uma gestão puramente target-driven assente em flutuações momentâneas. No contrafactual, portanto, um cuidado teria de ser tomado: os decisores teriam de equilibrar a ação rápida informada pelos dados com análises de tendência e contexto, para não cair em *policies à la réaction* que talvez não fossem as mais eficazes a longo prazo.

Outro *trade-off* reside na capacidade de processamento e atenção. Se muitos indicadores adicionais fossem introduzidos de uma só vez (poluição, justiça, natureza, etc.), correr-se-ia o risco de diluição do foco: sem uma cultura interna preparada para interpretar e hierarquizar a multiplicidade de dados, os técnicos e os agentes políticos poderiam sentir-se sobrecarregados, potencialmente ignorando parte das informações. A literatura sobre *dashboards* enfatiza o princípio da “parcimónia informada”, isto é, adicionar indicadores só até ao ponto em que agregam valor analítico, sem sacrificar a clareza. No contexto hipotético, se o Porto medisse tudo, de tudo poderia acabar por não se extrair muito. Por isso, a efetiva utilidade dos novos indicadores dependeria de investimento em capacidade analítica e numa governança de dados consistente, algo que, no contrafactual, teria de ter corrido em paralelo. Feldmeyer *et al.* (2019) advertem que *dashboards* muito ambiciosos podem fracassar se não houver equipas preparadas para os sustentar. Neste caso, tal significaria que adotar novos indicadores no município do Porto deveria vir acompanhado pela formação de pessoal, contratação de especialistas em dados climáticos e mecanismos de coordenação interdepartamental (conforme recomendando mais à frente).

Por fim, ao tornar visíveis certas dimensões, a cidade poderia ter enfrentado novos debates políticos. Imagine-se que o indicador de qualidade do ar tinha persistentemente um desempenho muito negativo numa determinada artéria da cidade; isso poderia levar a embates entre a autarquia e os comerciantes locais caso fossem equacionadas restrições de tráfego nessa área – um conflito distributivo clássico entre a saúde pública e a atividade económica local. Ou, se o índice de pobreza energética revelasse um problema sério, poderia suscitar discussões sobre responsabilidades (será a Câmara a investir em reabilitação habitacional, ou o Governo Central? Como financiar?). Ou seja, a implementação de novos indicadores poderia ter desencadeado/exposto tensões latentes, exigindo uma negociação

política complexa. Contudo, é precisamente ao revelar essas tensões que os indicadores cumprem um papel performativo positivo: trazem à arena política questões antes invisíveis, permitindo endereçá-las ao invés de permanecerem ocultas. A literatura sobre urban data governance sugere que tal visibilidade reforça a accountability e pode envolver novos atores no debate (ONG's, associações de moradores, etc.). Assim, embora pudesse tornar algumas decisões mais difíceis no curto prazo, a adoção desses indicadores alternativos tenderia a enriquecer o diálogo público e a direcionar o Porto para uma trajetória de transição climática mais integrada e conscientizada das suas implicações sociais.

Em conclusão, a análise contrafactual indica que, se o Porto tivesse medido de forma sistemática outros aspetos da ação climática (ex.: justiça, ar limpo, natureza) durante 2015 – 2019, provavelmente teria obtido um retrato mais completo da realidade e, consequentemente, poderia ter ajustado as suas políticas de maneira mais informada e equilibrada. Algumas decisões pontuais, como antecipar certas medidas de adaptação, direcionar investimentos a comunidades vulneráveis ou acelerar a descarbonização dos transportes teriam, muito provavelmente, tido impulso a partir da evidência empírica proporcionada por esses indicadores. Por outro lado, tal cenário exigiria maiores recursos e abertura política para lidar com dados potencialmente desfavoráveis, sublinhando o ponto central de que os indicadores não são neutros: são “tecnologias de governo” que moldam perceções e escolhas políticas. Em última instância, o exercício reforça a lição de que medir é transformar – ao escolhermos novos indicadores, estamos não apenas a recolher informação, mas a reconfigurar as prioridades e práticas da governação climática rumo a uma transição mais justa, transparente e eficaz.

#### 4.5. Fundamentação metodológica da seleção de indicadores por *benchmarking*

A definição dos indicadores de monitorização climática seguiu uma abordagem de *benchmarking* com cidades europeias líderes (como Copenhaga, Estocolmo e Amesterdão), ao invés de partir estritamente dos objetivos internos do CCC). Esta opção metodológica justifica-se pela vantagem de alinhar Porto com as melhores práticas internacionais, assegurando que os indicadores escolhidos já foram testados e reconhecidos noutras cidades pioneiras. Em termos práticos, isso permite comparabilidade e coerência multiescalar: ao adotar métricas similares às de outras capitais europeias, o Porto integra-se num sistema alargado de monitorização e prestação de contas, permitindo alinhar as métricas locais com

iniciativas internacionais, nomeadamente os ODS e o Acordo de Paris (Leavesley *et al.*, 2022). Este alinhamento reforça a legitimidade das políticas locais, na medida em que demonstra compromisso com padrões amplamente aceites e possibilita aprendizagens intermunicipais.

Por outro lado, esta estratégia de *benchmarking* apresenta impactos e limitações importantes na formulação de políticas locais. Em termos de impacto positivo, a inspiração em cidades de referência pode elevar a ambição das metas climáticas do Porto, levando à incorporação de indicadores mais abrangentes ou inovadores do que aqueles inicialmente previstos no CCC. Por exemplo, algumas cidades nórdicas monitorizam indicadores de sequestro de carbono urbano e de adaptação às cheias. O Porto, detendo uma realidade semelhante nesse parâmetro, pode adotar métricas próximas, mesmo que o CCC não as detalhe, enriquecendo assim o leque de áreas acompanhadas. Adicionalmente, a utilização de indicadores padronizados internacionalmente facilita o acesso a financiamentos europeus e parcerias, pois demonstra que o Porto mede o seu progresso de forma comparável a outras cidades (um fator valorizado em redes como a *NetZeroCities* ou o *Covenant of Mayors*). Em termos de limitações, contudo, importa reconhecer o risco de desalinhamento com aquelas que são as prioridades locais – ao importarmos indicadores de outras cidades, estes podem não refletir totalmente as particularidades socioeconómicas ou ambientais do Porto. Uma métrica relevante em Copenhaga pode não ter igual pertinência no contexto portuense, podendo levar a lacunas de monitorização em áreas cruciais para a cidade. Além disso, a dependência de *benchmarks* externos pode reduzir a autonomia local na definição de sucesso – moldando a agenda segundo critérios externos e, em casos extremos, causando tensões se os resultados medidos divergirem dos objetivos politicamente assumidos no CCC. Ainda assim, esta tensão faz parte do próprio processo de transferência de políticas (*policy transfer*), em que as práticas de sucesso são adaptadas de um contexto para outro. O importante é mitigar tais limitações através de uma calibração cuidadosa: os indicadores de referência internacional devem ser ajustados à realidade local, combinando ambição global com relevância local. Essa abordagem metodológica híbrida, fundamentada no *benchmarking* informado, mas sensível ao contexto, sustenta-se na literatura de políticas públicas urbanas que valorizam tanto a aprendizagem interpares quanto a customização local (Leavesley *et al.*, 2022).

#### 4.6. Crítica à seleção de indicadores e implicações políticas

A escolha de determinados indicadores em detrimento de outros é intrinsecamente um ato político, com implicações profundas na orientação das políticas urbanas. Ao definir “o que medir”, os decisores públicos estão também a definir o que importa – materializando prioridades e valores. Assim, a seleção de indicadores molda as prioridades governativas e a visibilidade das diversas áreas de intervenção. Por exemplo, se o *dashboard* de monitorização privilegia indicadores de descarbonização nos transportes (como número de veículos elétricos ou emissões do tráfego), mas não inclui um indicador específico de justiça climática ou equidade nas ações, há uma mensagem implícita de que a vertente social da transição climática recebe menor atenção. Este fenómeno reflete o adágio de que “*what gets measured gets managed*”: sectores monitorizados tendem a atrair mais recursos e esforços, enquanto dimensões não quantificadas podem ficar periféricas ao debate público. Nesse sentido, a inclusão ou omissão de um indicador torna certas áreas mais visíveis politicamente do que outras, influenciando a agenda. Os indicadores escolhidos tornam-se sinalizadores públicos de sucesso ou de falha – se um indicador de qualidade do ar for destacado no *dashboard* pode colocar a poluição na linha da frente das preocupações municipais, pressionando políticas concretas de mitigação, ao passo que a ausência desse mesmo indicador poderia deixar o tema fora do escrutínio quotidiano.

Ao iluminar a natureza performativa dos *dashboards*, Rob Kitchin oferece um contrapeso teórico às pretensões de objetividade da racionalidade técnica. No contexto do Porto, esta perspetiva ajudou a legitimar a inclusão de indicadores socialmente sensíveis – mesmo quando tais métricas exigem dados menos imediatos ou expõem fragilidades políticas. Em vez de aceitar um painel meramente “confortável” (centrado em emissões), o Município passou a encarar o *dashboard* como um instrumento de governação adaptativa: os números não ditam soluções algorítmicas, mas desencadeiam ciclos de aprendizagem institucional, deliberação pública e revisão de metas. Assim, confirma-se a tensão – cara a Kitchin – entre a racionalidade técnica e o pragmatismo político: medir para aprender, não apenas para exibir desempenho. Este enquadramento reforça a necessidade de revisões periódicas, participação dos cidadãos e notas de contexto, prevenindo que a gestão urbana se reduza a “governar por indicador” e garantindo que a transição climática permaneça simultaneamente eficaz e justa.

Importa também reconhecer que a seleção é condicionada por considerações políticas estratégicas. Os governantes podem preferir métricas onde o desempenho tende a ser favorável ou mensurável a curto prazo, evitando indicadores que exponham fragilidades ou cuja melhoria dependa de variáveis fora do controlo municipal. Essa dinâmica pode levar a um viés de seleção: indicadores “confortáveis” – por exemplo, % de energia renovável produzida pelo município – podem ser adotados mais prontamente do que indicadores “incómodos” como o nº de habitações em zonas de risco climático (que poderiam implicar responsabilidades onerosas). Consequentemente, a composição do quadro de indicadores influencia as políticas públicas urbanas ao definir onde recai a *accountability* e o esforço de implementação. A literatura destaca que sistemas de indicadores e metas não são neutros, mas sim “tecnologias de governo” que configuram o campo de atuação das instituições (Kitchin *et al.*, 2015). Em suma, a crítica à seleção de indicadores revela que cada métrica escolhida ou excluída resulta de opções políticas que orientam a trajetória de desenvolvimento urbano – seja enfatizando certos sectores (energia, mobilidade, etc.), seja deixando outros à sombra – e que essas opções devem ser tomadas de forma transparente e justificável para evitar enviesamentos na condução das políticas.

#### 4.7. *Dashboard* como instrumentos políticos na governação climática local

Os *dashboards* urbanos desempenham um papel dual na governação climática local, combinando potencial de transparência com carga política significativa. Do lado positivo, um *dashboard* público e bem concebido pode promover transparência e *accountability* ao tornar acessível, em tempo quase real, o progresso (ou atraso) do município face às metas climáticas. Essa visibilidade dos dados permite que cidadãos, imprensa e atores interessados escrutinem as ações governamentais, reforçando a confiança pública e possibilitando uma participação mais informada no debate político. Por exemplo, a divulgação regular de indicadores de emissões de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) qualidade do ar ou eficiência energética em plataforma aberta materializa o compromisso do governo local com a prestação de contas (*accountability*). Estudos sobre governança digital indicam que *dashboards* podem fomentar uma gestão orientada a resultados, servindo de referência comum para diversos departamentos municipais alinharem esforços (Feldmeyer *et al.*, 2019). Além disso, a disponibilidade de dados em formato visual e interativo tende a facilitar a comunicação das políticas climáticas, tornando-as mais tangíveis para o público e permitindo narrativas de sucesso ou alertas precoces de áreas problemáticas.

Todavia, a literatura alerta que os *dashboards* não são instrumentos neutros: carregam escolhas técnicas e políticas que podem influenciar a interpretação dos resultados. Em primeiro lugar, a forma de visualização e agregação dos dados pode enviesar a percepção. Indicadores apresentados isoladamente, sem contexto, podem levar a interpretações errôneas – por exemplo, uma redução anual modesta nas emissões pode parecer decepcionante fora do contexto de uma tendência plurianual positiva. Feldmeyer *et al.* (2019) notam que um painel puramente quantitativo e focado em métricas numéricas rígidas pode falhar em captar nuances qualitativas importantes do progresso climático, sugerindo a necessidade de complementar os números com análises qualitativas ou explicações narrativas. Ou seja, sem contextualização, o público pode tirar conclusões precipitadas ou frames incorretos da realidade. Em segundo lugar, há o risco de seleção e destaque tendencioso de indicadores no *dashboard*: decidindo quais métricas aparecem na interface principal (e quais ficam escondidas em relatórios detalhados), a entidade gestora do *dashboard* pode, intencionalmente ou não, pôr em evidência os sucessos e diluir os fracassos. Assim, o *dashboard* pode tornar-se um instrumento de propaganda política, caso seja usado mais para enaltecer conquistas do que para iluminar desafios. Kitchin *et al.* (2015) referem que essas plataformas de dados fazem parte de uma estratégia de governação por números, em que a própria construção do *dashboard* já envolve escolhas de poder – decidir “o que é monitorizado e exibido” equivale a decidir “o que conta” no discurso público.

Por fim, deve-se considerar a possibilidade de interpretações enviesadas pelos utilizadores: mesmo com dados fidedignos, diferentes *stakeholders* podem ler os mesmos gráficos de formas distintas conforme seus interesses ou literacia estatística. Um exemplo observado é a deturpação de indicadores climáticos por grupos céticos ou por oposição política, extraindo leituras parciais para questionar políticas (McGookin *et al.*, 2024). Deste modo, a apresentação dos dados requer cuidado pedagógico e interface participativa, de forma a minimizar mal-entendidos. A literatura recente enfatiza a importância de projetar *dashboards* de forma inclusiva e centrada no utilizador: McGookin *et al.* (2024) advogam por processos participativos na modelação energética e na conceção de ferramentas de apoio à decisão, o que pode ser extrapolado para *dashboards* – o desenvolvimento de técnicos, decisores e cidadãos no design assegura que a plataforma responde às necessidades reais e evita a abordagem de “tamanho único” que não configura diferentes perspetivas. Em resumo, os *dashboards* climatéricos municipais, embora poderosos para transparência e

coordenação, carregam uma dimensão política inegável: são simultaneamente vitrinas de desempenho e arenas de disputa narrativa. Reconhecer essa dualidade é crucial para aproveitar o seu potencial (promovendo abertura de dados e responsabilização) ao mesmo tempo que se mitigam abusos ou leituras distorcidas através de um desenho cuidadoso, acompanhamento crítico e atualização contínua das métricas apresentadas (Feldmeyer *et al.*, 2019).

#### 4.8. Limitações do trabalho desenvolvido

##### 4.8.1. Limitações de enquadramento teórico

Apesar de a literatura sobre monitorização climática urbana ter crescido substancialmente na última década, subsistem lacunas que condicionaram o alicerce conceptual deste trabalho. Em primeiro lugar, permanece escassa a investigação que articule *dashboards* climáticos com dimensões de justiça ambiental em cidades portuguesas de média dimensão, o que obriga a recorrer sobretudo a estudos internacionais para enquadrar a vertente performativa e política destes dispositivos. Em segundo lugar, verifica-se uma limitada convergência metodológica nos indicadores propostos pelos diferentes autores: a multiplicidade de tipologias dificulta comparações com algum rigor e a própria síntese de resultados. Por fim, a maior parte dos estudos empíricos concentra-se em cidades-piloto do Norte da Europa, cujo perfil socioeconómico e institucional diverge do contexto portuense; tal implicou a necessidade de adaptação crítica das boas práticas identificadas, o que pode reduzir a transferibilidade direta dos achados.

##### 4.8.2. Limitações metodológicas e operativas do estágio

No plano prático, o estágio enfrentou um conjunto de constrangimentos que limitaram o alcance operacional dos resultados. O mais significativo foi a não implementação de um *dashboard* funcional plenamente operativo: por razões de calendário, o desenvolvimento técnico previsto pela Porto Ambiente ficou agendado para uma fase posterior ao término do estágio, circunscrevendo o contributo deste trabalho à definição de indicadores e ao delineamento conceptual da interface. Paralelamente, não foi possível aprofundar aspetos de arquitetura de dados, como integrações em tempo real, automatização de fluxos de informação ou testes de usabilidade avançados.

Acresce que a fragmentação dos dados entre várias entidades municipais inviabilizou a criação de uma base integrada durante o período de estágio. A ausência de uma plataforma centralizada dificultou a avaliação sincrónica de indicadores e evidenciou lacunas na periodicidade de atualização de conjuntos críticos (mobilidade, qualidade do ar), incapazes de captar variações sazonais ou alterações súbitas. A dependência de fontes secundárias para séries históricas introduziu, ainda, riscos de inconsistência metodológica.

Estas limitações, longe de desvalorizar os resultados alcançados, reforçam a pertinência das recomendações propostas nas conclusões: (i) alinhamento temporal entre ciclos académicos e cronogramas institucionais; (ii) reforço de recursos humanos e competências em gestão de dados climáticos; (iii) investimento numa infraestrutura digital que garanta interoperabilidade e atualização em tempo real. Sem estes passos, o esforço de monitorização climática corre o risco de permanecer estagnado na fase de conceção, comprometendo a utilidade do quadro de indicadores refinado neste estágio.

#### 4.8.3. Limitações de mensuração e custos operacionais dos indicadores

Embora determinados indicadores apresentem um elevado valor analítico – por captarem com rigor fenómenos físicos ou socioeconómicos complexos –, a operacionalização da sua medição levanta constrangimentos substantivos. Em primeiro lugar, muitos requerem campanhas de recolha de dados intensivas em equipamentos especializados (ex. sensores de alta resolução para partículas ultrafinas, inventários detalhados de carbono em edifícios), encarecendo os processos de monitorização e aumentando a dependência de fornecedores externos (Janoušková, *et al.*, 2018). Em segundo lugar, a frequência de atualização necessária para que a informação seja útil à gestão municipal raramente coincide com os intervalos em que os dados são efetivamente disponibilizados, gerando defasagens temporais que limitam a utilidade dos indicadores para decisões em tempo real ou quase real (Hezri & Dovers, 2006). Acresce que a ausência de rotinas automatizadas de report pode atrasar ainda mais a disponibilização pública dos resultados, reduzindo a transparência. Além disso, a dependência de entidades externas para certos conjuntos de dados introduz incertezas quanto à continuidade e à padronização das séries temporais, criando potenciais lacunas que inviabilizam análises longitudinais mais complexas (Waas *et al.*, 2014).

Perante estes obstáculos, os *stakeholders* veem-se frequentemente compelidos a adotar proxies ou a optar por indicadores “menos bons” – de recolha mais expedita, porém metodologicamente menos robustos – para não comprometer os ciclos de tomada de decisão. Este *trade-off* entre qualidade e oportunidade dos dados reforça a necessidade de investir em infraestruturas digitais capazes de automatizar as fases de captação, tratamento e difusão da informação (Moreno Pires *et al.*, 2017), mitigando atrasos e reduzindo custos operacionais (Jonsson *et al.*, 2022). Consequentemente, a seleção do portfólio de indicadores climáticos deve ponderar não só a relevância conceptual, mas também a exequibilidade prática da medição, equilibrando rigor científico, viabilidade financeira e tempestividade da informação.

#### 4.9. Rigidez e maleabilidade dos indicadores climáticos: dilemas metodológicos

A experiência de estágio revelou-me, de forma prática, que a padronização de indicadores – tornada quase imperativa pelos quadros europeus (OECD, 2003) – tem um duplo efeito. Por um lado, garante consistência comparativa; por outro, introduz uma rigidez que pode desvirtuar realidades locais. Durante a validação dos indicadores propostos, constatei que as métricas importadas de Copenhaga (ex. “toneladas de CO<sub>2</sub> per capita por sector”) carecem de nuance quando aplicadas a um tecido urbano mais heterogéneo e socioeconomicamente desigual, como o do Porto. Neste contexto, a literatura alerta para o risco de over-standardisation: variações mínimas nas fórmulas de agregação alteram rankings e, portanto, narrativas políticas (Mayer, 2008). Openshaw (1984) demonstrou também que o problema da unidade espacial modificável, em que os resultados dependem da escala escolhida, pode ser um desafio.

O dilema entre rigor analítico e exequibilidade comunicacional evidencia-se: indicadores demasiado complexos são pouco legíveis; demasiada simplificação gera vieses. Huovila *et al.* (2019) sugerem um princípio de parcimónia informada, no qual a robustez metodológica nunca é sacrificada em nome da estética do *dashboard*. Conclui-se, assim, que a rigidez dos indicadores deve ser mitigada por revisões periódicas e por mecanismos de metadados transparentes (Jonsson *et al.*, 2022), garantindo rastreabilidade e evitando usos estratégicos de métricas aparentemente neutras.

#### 4.10. Adaptação ao contexto português: especificidades socioeconómicas e operativas

Embora o *benchmarking* com cidades líderes seja desejável (Leavesley *et al.*, 2022), o estágio demonstrou-me que contextualização é condição sine qua non para evitar desvios de pertinência. O Porto exibe perfis socioeconómicos e padrões de mobilidade distintos de Estocolmo ou Turku: maior densidade de habitações com isolamento térmico deficiente e uma % relevante de população envelhecida (Instituto Nacional de Estatística (INE), 2024). Tais características exigem indicadores sensíveis à vulnerabilidade social (Schlosberg *et al.*, 2021) – por exemplo, “proporção de domicílios em pobreza energética” – que as cidades nórdicas não priorizam. Com base na experiência do estágio, equacionou-se incorporar um índice composto de justiça climática (Janoušková *et al.*, 2018), contemplando variáveis de rendimento, idade e exposição a ilhas de calor. A literatura sobre transições justas (Mondal *et al.*, 2024) reforça que os indicadores sociais são decisivos para legitimar políticas e atrair financiamento europeu orientado aos ODS. A adaptação exige, ainda, reconhecer capacidades institucionais: Feldmeyer *et al.* (2019) advertem que *dashboards* demasiado ambiciosos fracassam se não houver equipas de dados consistentes. Assim, uma recomendação prática é a criação de uma unidade transversal de governação de dados climáticos, acompanhada por uma formação contínua e um quadro jurídico para partilha interdepartamental.

#### 4.11. *Dashboard* como artefactos performativos: visualização, poder e neutralidade aparente

Kitchin (2014) argumenta que o *dashboard* é um artefacto sociotécnico performativo, não mero espelho da realidade. A literatura de design de informação sustenta que as escolhas visuais ativam heurísticas cognitivas que moldam juízos políticos (McGookin *et al.*, 2024). Feldmeyer *et al.* (2019) afirma que a forma visual orienta a agenda: ao tornar certos padrões “visíveis”, o *dashboard* prioriza determinados problemas. A performatividade acentua-se quando observamos o efeito de auditabilidade: os departamentos sentem-se compelidos a melhorar números expostos em tempo real, o que pode induzir comportamentos de *window dressing*. Neste sentido, a experiência de estágio suscitou a ponderação de um módulo narrativo no *dashboard*, onde cada indicador inclui um texto explicativo sobre a sua metodologia, margens de erro e *trade-offs*, mitigando possíveis leituras reducionistas.

#### 4.12. Espaços participativos e confiança cívica

A CMP adota – explícita ou implicitamente – uma leitura instrumental e tecnocrática dos *dashboards*, privilegiando a visualização como “serviço ao cidadão” e não como plataforma deliberativa. Esta postura alinha-se com a noção de etnocracia dos dados (Kitchin, 2015): quem controla o *dashboard*, controla a narrativa. A falta de espaços participativos no desenho dos protótipos testados reforça o risco de assimetria de poder: decisões sobre que indicadores entram ou saem são tomadas por técnicos internos, com limitada consulta pública. Os efeitos podem ser contraproducentes: alguns estudos empíricos em municípios espanhóis mostram que os *dashboards*, quando unilaterais, podem erodir a confiança quando discrepam da perceção quotidiana dos residentes (Young *et al.*, 2021). Bulkeley e Betsill (2013) defendem que os *dashboards* devem incorporar *feedback loops* participativos para sustentar a sua legitimidade. Neste contexto, foi propõe-se um conselho consultivo do cidadão com poder de veto sobre modificações de indicadores – uma medida alinhada com o registo da cidade de Viena (D’Amato *et al.*, 2020). Face a este tipo de propostas, os agentes políticos receiam a perda de controlo institucional, mas reconhecem que a transparência agregaria valor reputacional. Se mantida a lógica tecnocrática, corre-se o risco de quebrar a confiança para com a população (Jonsson *et al.*, 2022), minando o próprio objetivo de mobilizar a mesma para a neutralidade carbónica até 2030.

## 5. Conclusões

O estágio desenvolvido na Porto Ambiente confirmou, de forma inequívoca, que a meta ambiciosa de atingir a neutralidade carbónica do Porto até 2030 exige um sistema de monitorização climática simultaneamente rigoroso, integrado e adaptativo. A investigação partiu da constatação de que o quadro de indicadores então vigente – embora já suportasse metas sectoriais relevantes – padecia de dispersão institucional, atualização irregular e cobertura insuficiente de dimensões emergentes como circularidade, justiça climática ou soluções de base natural.

Cumprе salientar que as propostas elaboradas ao longo do estágio – em particular a matriz integrada de 34 indicadores e o protótipo de *dashboard* climático com cadência plurianual de monitorização – foram subsequentemente acolhidas pelo Plano Municipal de Ação Climática do Porto 2030 (PMAC). O documento institucional prevê, com base nesses contributos, recolha anual de dados, avaliações intercalares em 2025 e 2027 e uma avaliação final em 2030, adotando a lógica de visualização interativa e de ciclos regulares de revisão recomendada neste relatório (CMP, 2025).

Através de uma metodologia híbrida – que combinou a análise documental de contratos climáticos e um *benchmarking* com cidades de referência, foi possível mapear lacunas, dimensionar necessidades de dados e propor o então conjunto de 34 indicadores-chave.

Do ponto de vista operativo, o trabalho estruturou ainda as linhas-mestras de um protótipo conceptual de *dashboard* capaz de articular séries históricas com fluxos em tempo real (sensores IoT) e de oferecer interfaces diferenciadas para técnicos, decisores e cidadãos. Esta proposta antecipa a integração de métricas como a pegada de carbono per capita, intensidade de carbono da eletricidade consumida ou densidade de ciclovias, bem como indicadores de justiça climática (ex. conforto térmico e pobreza energética). Ao detalhar periodicidades – mensal para qualidade do ar, trimestral para mobilidade e resíduos, anual para energia e equidade social – o modelo assegura granularidade analítica sem sobrecarregar os serviços de dados.

No plano teórico, a investigação demonstrou a utilidade de articular a literatura técnica sobre indicadores urbanos com a leitura crítica de Rob Kitchin, que apresenta os *dashboard* como artefactos sociotécnicos permeados por escolhas políticas. Tal enquadramento alertou para o risco de *data fetishism* e sublinhou que medir é, inevitavelmente, decidir quem e o que se torna visível na agenda pública. Esta perspetiva sustentou a inclusão de indicadores potencialmente “inconvenientes”, mas socialmente decisivos, e fundamentou a proposta de mecanismos de participação cívica e auditoria independente – condições indispensáveis para uma governação climática legítima e transparente.

Não obstante estes avanços, subsistem limitações que balizam o alcance imediato dos resultados. A implementação plena do *dashboard* não se concretizou dentro do período de estágio devido a constrangimentos de calendário; persistem lacunas de interoperabilidade entre bases de dados municipais; e a dependência de séries históricas secundárias introduz margens de incerteza. Estas fragilidades reforçam a pertinência das recomendações apresentadas: (i) institucionalizar um mecanismo de coordenação interdepartamental que alinhe metas, indicadores e planeamento; (ii) reforçar capacidades técnicas e infraestruturas de dados, apostando em formação avançada, normalização metodológica e uma API (*Application Programming Interface*) municipal comum; (iii) adotar um ciclo de revisão periódica – anual ou bienal – que permita incorporar novos conhecimentos científicos e exigências europeias; e (iv) promover transparência e participação contínuas, garantindo canais abertos para contributos da comunidade e publicitando metodologias, margens de erro e metas intermédias.

Em fases preliminares de desenho de qualquer sistema de monitorização deve também realizar-se um levantamento estruturado dos principais problemas e prioridades junto dos *stakeholders*. Além disso, a *dashboard* não deve limitar-se à visualização *ex post*, mas funcionar como instrumento dinâmico de recolha de dados, integrando mecanismos que permitam alimentar o sistema com informação em tempo útil e com o menor esforço administrativo possível.

Para garantir a operacionalização destas recomendações, propõe-se a constituição, ainda em 2025, de uma Unidade Transversal de Governação de Dados Climáticos, dotada de competências em ciência de dados, interoperabilidade e *visual analytics*. Esta estrutura assegurará a automatização dos fluxos de informação (sensores IoT, inventários de emissões,

inquéritos sociais) e a certificação metodológica dos indicadores, em articulação com a Direção Municipal de Sistemas de Informação e com a LIPOR/Águas e Energia do Porto.

Num horizonte de médio prazo, torna-se imperioso evoluir do protótipo conceptual de *dashboard* para um portal público interativo, com perfis diferenciados de utilizador (técnico, decisor, cidadão) e metadados completos (fonte, margem de erro, frequência). Neste contexto, a literatura indica que a abertura de dados, quando acompanhada por *feedback loops* participativos, tende a potenciar a confiança e a aprendizagem institucional. Assim, recomenda-se a constituição de um Conselho Consultivo de Indicadores Climáticos, com representação académica e social, detentor de uma capacidade deliberativa sobre a inclusão, revisão ou eliminação de métricas.

A nível estratégico, o município deverá alinhar o ciclo de monitorização climática com os calendários de reporte do *EU Mission Label* e do *Climate City Capital Hub*, garantindo consistência entre a prestação de contas local e os requisitos de acesso a financiamento europeu. Tal alinhamento reforça tanto a legitimidade externa como a coerência interna das políticas, criando condições para que o Porto se afirme como *living lab* de referência na Península Ibérica.

Até 2030, o município compromete-se a cortar 85% das emissões de gases com efeito de estufa e a incrementar em 50% a eficiência energética, mantendo, a partir de 2027, emissões anuais inferiores a 0,80 Mt CO<sub>2</sub>e; elevando a taxa de reciclagem urbana de 43% (2023) para 52% em 2026 e 60% em 2028; e reduzindo a proporção de agregados em pobreza energética para  $\leq 10\%$  nesse horizonte, metas cuja prossecução será acompanhada por uma matriz de, pelo menos, 34 indicadores-chave.

Se tais recomendações forem implementadas, o Porto irá dispor de um ecossistema de monitorização climática vivo e evolutivo, capaz de sustentar decisões baseadas em evidência, atrair financiamento externo e reforçar a confiança de investidores no cumprimento do CCC. Mais do que um mero *dashboard* de indicadores, o sistema tornar-se-á um instrumento de governação colaborativa, apto a antecipar riscos, recalibrar políticas e materializar a ambição de tornar a cidade um laboratório europeu de inovação climática.

Em síntese, o presente estágio estabeleceu os alicerces técnicos, institucionais e epistemológicos de que o Porto necessita para transformar metas quantitativas em resultados tangíveis, contribuindo para a literatura académica sobre governação por indicadores e oferecendo à prática municipal um roteiro operacional para a próxima década.

Abre-se também um campo fértil para investigação futura: (i) testar empiricamente a eficácia de indicadores de justiça climática em processos decisórios municipais; (ii) avaliar o impacto da transparência em tempo real na confiança cidadã; e (iii) comparar a trajetória do Porto com outras cidades de média dimensão que venham a implementar *dashboard* híbridos. Estes trilhos de pesquisa complementarão a presente dissertação, consolidando-a como contributo seminal para o debate sobre governação climática baseada em evidência no contexto sul-europeu.

## Referências

- Bai, X., Dawson, R. J., Ürge-Vorsatz, D., Delgado, G., Barau, A., Dhakal, S., Dodman, D., Leonardsen, L., Masson-Delmotte, V., Roberts, D. C., & Schultz, S. (2018). Six research priorities for cities and climate change. *Nature*, 555(7694), 23–25. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-02409-z>
- Baker, E., Carley, S., Castellanos, S., Nock, D., Bozeman, J., Konisky, D., Monyei, C., & Sovacool, B. K. (2023). Metrics for decision-making in energy justice. *Annual Review of Environment and Resources*, 48, 737-760. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112621-063400>
- Bulkeley, H., & Betsill, M. (2013). Revisiting the urban politics of climate change. *Environmental Politics*, 22(1), 136-154. <https://doi.org/10.1080/09644016.2013.755797>
- Câmara Municipal de Lisboa. (2024, 15 de abril). Contrato Climático de Cidade de Lisboa. <https://www.cm-lisboa.pt/municipio/acoes-e-programas/ambiente/contrato-climatico>
- Câmara Municipal do Porto. (2023). Contrato Climático de Cidade do Porto. NetZeroCities. <https://netzerocities.eu/>
- Câmara Municipal do Porto. (2024). Pacto do Porto para o Clima. [https://pactoparaoclima.portodigital.pt/?page\\_id=5708](https://pactoparaoclima.portodigital.pt/?page_id=5708)
- Câmara Municipal do Porto. (2025, 8 de abril). Plano Municipal de Ação Climática do Porto 2030: Versão preliminar para consulta pública. [https://ambiente.cm-porto.pt/files/uploads/cms/PMAC%20Porto\\_%20vers%C3%A3o%20para%20discuss%C3%A3o%20p%C3%BAblica.pdf](https://ambiente.cm-porto.pt/files/uploads/cms/PMAC%20Porto_%20vers%C3%A3o%20para%20discuss%C3%A3o%20p%C3%BAblica.pdf)
- City of Copenhagen. (2025). CPH 2025 Climate Plan: Annual carbon budget report 2025. City of Copenhagen. <https://urbandevelopmentcph.kk.dk/climate>
- City of Turku. (2024). Climate City Contract: Pathway to a climate-neutral Turku by 2029. City of Turku. Recuperado a 7 de julho de 2025, de <https://www.turku.fi/en/city-climate-and-nature/turku-climate-plans-and-reports>

Comissão Europeia. (2020). Financing the green transition: The European Green Deal Investment Plan and Just Transition Mechanism (COM(2020) 21 final). Serviço das Publicações da União Europeia. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=COM%3A2020%3A21%3AFIN>

Comissão Europeia. (2022). Implementing the EU Mission: Climate-Neutral and Smart Cities (SWD(2022) 141). Publications Office of the European Union. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6da400e4-51ce-11ed-92ed-01aa75ed71a1>

Comissão Europeia Direção-Geral da Investigação e Inovação. (2025, 7 de maio). *European Commission awards the EU Mission Label to 39 new cities* [News article]. [https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/european-commission-awards-eu-mission-label-39-new-cities-2025-05-07\\_en](https://research-and-innovation.ec.europa.eu/news/all-research-and-innovation-news/european-commission-awards-eu-mission-label-39-new-cities-2025-05-07_en)

D'Amato, D., Challies, E., Bartkowski, B., Gil-Yarba, C., Ibrahim, H., Tinch, R., & Lähtinen, K. (2020). A systematic map of the ecosystem-services-mapping literature. *PLOS ONE*, 15(3), e0229839. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229839>

Ellen MacArthur Foundation. (2021). Circular economy in cities: Policy levers. Ellen MacArthur Foundation. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/policy-levers>

Feldmeyer, D., Wilden, D., Kind, C., Kaiser, T., Goldschmidt, R., Diller, C., & Birkmann, J. (2019). Indicators for monitoring urban climate-change resilience and adaptation. *Sustainability*, 11(10), 2931. <https://doi.org/10.3390/su11102931>

Few, S., Schmidt, A., & Lee, S. (2017). Information dashboard design: Displaying data for at-a-glance monitoring (2nd ed.). *Analytics Press*. <https://www.perceptualedge.com/library.php>

Fonseca, A., & Barbosa, G. M. (2024). *Relatório de Desenvolvimento Sustentável 2023: Cuidar do Porto. Cuidar do Mundo*. Câmara Municipal do Porto. [https://www.cm-porto.pt/files/uploads/cms/Relatorio\\_Developolvimento\\_Sustentavel\\_2023\\_Porto\\_Futuro\\_PT.pdf](https://www.cm-porto.pt/files/uploads/cms/Relatorio_Developolvimento_Sustentavel_2023_Porto_Futuro_PT.pdf)

Global City Indicators Facility. (2013). The global city indicators: Facilitating standardised metrics for city performance. University of Toronto, Global Cities Institute. [https://cites.utoronto.ca/GCIF\\_2013\\_report.pdf](https://cites.utoronto.ca/GCIF_2013_report.pdf)

Goonesekera, S. M., & Olazabal, M. (2022). Climate adaptation indicators and metrics: State of local policy practice. *Ecological Indicators*, 145, 109657. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109657>

Heffron, R. J., & McCauley, D. (2018). What is the ‘just transition’? *Geoforum*, 88, 74–77. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2017.11.016>

Hezri, A. A., & Dovers, S. R. (2006). Sustainability indicators, policy and governance: Issues for ecological economics. *Ecological Economics*, 60(1), 86–99. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.11.019>

Huggins, R. (2003). Creating a UK competitiveness index: Regional and local benchmarking. *Regional Studies*, 37(1), 89-96. <https://doi.org/10.1080/0034340022000033420>

Huovila, A., Bosch, P., & Airaksinen, M. (2019). Comparative analysis of standardised indicators for smart sustainable cities: What indicators and standards to use and when? *Cities*, 89, 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.029>

International Labour Organization. (2015). Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all. ILO. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/documents/publication/wcms\\_432859.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_432859.pdf)

Instituto Nacional de Estatística. (2024). *Estatísticas demográficas – 2023*. Autor. <https://www.ine.pt>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H. Lee & J. Romero (Eds.)]. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

- Janoušková, S., Branišová, N., & Hák, T. (2018). Sustainable development index: A comprehensive framework for measuring policy impacts. *Ecological Indicators*, 90, 179-185. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.005>
- Jonsson, A., Almqvist, E., Jönsson, K., & Saarela, S. (2022). The sustainable development goals: A universalist promise for the future. *Futures*, 146, 103087. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2022.103087>
- Kitchin, R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s10708-013-9516-8>
- Kitchin, R. (2015). Thinking critically about and researching algorithms. *Information, Communication & Society*, 20(1), 14–29. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1154087>
- Kitchin, R., Lauriault, T. P., & McArdle, G. (2015). Knowing and governing cities through urban indicators, city benchmarking and real-time dashboard. *Regional Studies, Regional Science*, 2(1), 6-28. <https://doi.org/10.1080/21681376.2014.983149>
- Leavesley, A., Trundle, A., & Oke, C. (2022). Cities and the SDGs: Realities and possibilities of local engagement in global frameworks. *Ambio*, 51(6), 1416–1432. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01714-2>
- Mayer, A. L. (2008). Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. *Environment International*, 34(2), 277-291. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2007.09.004>
- McArdle, G., & Kitchin, R. (2016). The Dublin Dashboard: Design and development of a real-time analytical urban dashboard. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, IV-4/W1, 19–25. <https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-4-W1-19-2016>
- McGookin, C., Süsser, D., Xexakis, G., Trutnevyte, E., McDowall, W., Petrie, D., Künzel, V., Hummel, G., & Heffron, R. J. (2024). Advancing participatory energy-systems modelling. *Energy Strategy Reviews*, 52, 101319. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2024.101319>

Mondal, R., Bresciani, S., & Rizzo, F. (2024). What cities want to measure: Bottom-up selection of indicators for systemic change toward climate neutrality aligned with Sustainable Development Goals (SDGs) in 40 European cities. *Climate*, 12(3), 41. <https://doi.org/10.3390/cli12030041>

Moreno Pires, S., Aragão, A., Fidélis, T., & Mendes, I. O. (Eds.). (2017). Indicadores de desenvolvimento sustentável: Instrumentos estratégicos e inovadores para municípios sustentáveis – o caso de Estarreja (ISBN 978-989-8787-68-2). Instituto Jurídico; GOVCOPP; OHMI-CNRS. [https://www.uc.pt/site/assets/files/432348/livro\\_completo\\_ids\\_estarreja\\_10\\_1\\_2017\\_seg.pdf](https://www.uc.pt/site/assets/files/432348/livro_completo_ids_estarreja_10_1_2017_seg.pdf)

Openshaw, S. (1984). The modifiable areal unit problem (CATMOG 38). Norwich: Geo Books.

Organisation for Economic Co-operation and Development. (1991). Environmental indicators: A preliminary set. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/6394056.pdf>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (1993). OECD core set of indicators for environmental performance reviews. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/2499353.pdf>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2003). Environmental indicators: Development, measurement and use. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/env/indicator-modelling-outlooks/2499350.pdf>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). Handbook on constructing composite indicators: Methodology and user guide. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>

Parlamento Europeu & Conselho da União Europeia. (2021). Regulamento (UE) 2021/1056 que cria o Fundo para a Transição Justa. Journal of the European Union, L 231, 1–57. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2021/1056/oj>

Pintér, L., Hardi, P., & Bartelmus, P. (2005). Indicators of sustainable development: Proposals for a way forward (2.<sup>a</sup> ed.). Winnipeg, MB: International Institute for Sustainable Development.

[https://www.iisd.org/system/files/publications/measure\\_indicators\\_sd\\_way\\_forward.pdf](https://www.iisd.org/system/files/publications/measure_indicators_sd_way_forward.pdf)

Reed, M. S., Graves, A., Dandy, N., Posthumus, H., Hubacek, K., Morris, J., Prell, C., Quinn, C. H., & Stringer, L. C. (2009). Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1933–1949. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.01.001>

Schlosberg, D., Collins, L. B., & Niemeyer, S. (2021). Measuring the just city: Developing indicators of environmental justice for climate adaptation. *Environmental Politics*, 30(5), 756–776. Disponível em <https://www.tandfonline.com/loi/fenp20>

Smeets, E., & Weterings, R. (1999). Environmental indicators: Typology and overview (EEA Technical Report No. 25). European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/TEC25>

Sovacool, B. K., Heffron, R. J., McCauley, D., & Goldthau, A. (2016). Energy decisions reframed as justice and ethical concerns. *Nature Energy*, 1, 16024. <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.24>

Stockholm Stad. (2025). Climate Action Plan 2030. <https://stockholm.se>

Waas, T., Hugé, J., Block, T., Wright, T., Benitez-Capistros, F., & Verbruggen, A. (2014). Sustainability assessment and indicators: Tools in a decision-making strategy for sustainable development. *Sustainability*, 6(9), 5512–5534. <https://doi.org/10.3390/su6095512>

Young, G. W., Kitchin, R., & Naji, J. (2021). Building city dashboards for different types of users. *Journal of Urban Technology*, 28(1-2), 289-309. <https://doi.org/10.1080/10630732.2020.1759994>

## Anexos

**Anexo I – Indicator Metadata** (elaboração própria, com base no *template* e na informação disponível em <https://netzerocities.eu/> )

| Mobility and Transport                                                             |                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | EV charging points                                                                                                                            |
| Indicator Unit                                                                     | Number of EV charging points                                                                                                                  |
| Definition                                                                         | Quantifies the number of charging stations for electric vehicles, evaluating the infrastructure to support electric mobility                  |
| Calculation                                                                        | Count of existing stations, based on the “Mobi.e” Network                                                                                     |
| Cities Using This Indicator                                                        | Lappeeranta, Barcelona, Vitoria-Gasteiz (Number of public charging points for electric vehicles in the city per 1,000 inhabitants), Stockholm |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                               |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                            |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                            |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                           |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduced air pollution, improved urban air quality, and noise reduction                                                                        |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                           |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | MT.01 Reduced motorized passenger transportation need<br>MT.04 Electrification of vehicles (cars and motorcycles)                             |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                            |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                               |
| Expected data source                                                               | National electric vehicle infrastructure databases (e.g., Mobi.e Network in Portugal)                                                         |
| Is the data source local or regional/national?                                     | National                                                                                                                                      |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                        |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                        |
| References                                                                         |                                                                                                                                               |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports from Mobi.e                                                                                                                           |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                             |

|                             |                                                                                                                                 |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planned monitoring approach | Regular audits and updates from electric vehicle charging networks, assessing trends in EV adoption and infrastructure capacity |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Mobility and Transport                                                             |                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Electric and Hybrid Cars                                                                                                                                                                                                                 |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                        |
| Definition                                                                         | Total share of electric and hybrid cars and share of new registrations of electric and hybrid cars compared to total registrations in Porto area                                                                                         |
| Calculation                                                                        | % of all vehicles / new registrations                                                                                                                                                                                                    |
| Cities Using This Indicator                                                        | Espoo, Barcelona                                                                                                                                                                                                                         |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Transport                                                                                                                                                                                                                                |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduced air pollution, decreased noise pollution, promotion of sustainable mobility.                                                                                                                                                     |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | MT.01 Reduced motorized passenger transportation need<br>MT.04 Electrification of vehicles (cars and motorcycles)                                                                                                                        |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                       |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Expected data source                                                               | IMT (Instituto da Mobilidade e dos Transportes)                                                                                                                                                                                          |
| Is the data source local or regional/national?                                     | National, with potential for regional disaggregation.                                                                                                                                                                                    |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                   |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                   |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                          |
| Deliverables describing the indicator                                              | Annual reports on electric and hybrid vehicle adoption (IMT)                                                                                                                                                                             |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                        |
| Planned monitoring approach                                                        | Regularly track the proportion of electric and hybrid vehicles in total registrations through centralized vehicle registration systems. Combine data analysis with surveys on electric vehicle adoption trends and infrastructure usage. |

| Mobility and Transport                                                             |                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Electric Vehicles in the Municipal Services Fleet                                                                                                                     |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                     |
| Definition                                                                         | Proportion of municipal service vehicles that are electric                                                                                                            |
| Calculation                                                                        | $(\text{Number of electric municipal vehicles} / \text{Total number of municipal vehicles}) \times 100$                                                               |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona                                                                                                                                                             |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                       |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                   |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Transport                                                                                                                                                             |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                   |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduced air and noise pollution, increased adoption of sustainable mobility practices by the public sector, leadership in demonstrating climate-friendly technologies |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                   |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | MT.01 Reduced motorized passenger transportation need<br>MT.04 Electrification of vehicles (cars and motorcycles)                                                     |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                    |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                       |
| Expected data source                                                               | Municipal fleet management databases or sustainability reports                                                                                                        |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                 |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                       |
| Deliverables describing the indicator                                              | Annual reports on fleet composition                                                                                                                                   |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                     |
| Planned monitoring approach                                                        | Regular updates to fleet databases, tracking electrification progress, and integrating with municipal sustainability goals                                            |

| Mobility and Transport                                                             |                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Length of Cycle Lanes                                                                             |
| Indicator Unit                                                                     | Kilometers (km)                                                                                   |
| Definition                                                                         | Measures the total extent of bicycle-only infrastructure in the city                              |
| Calculation                                                                        | Total sum of the kilometers of existing bike paths in the city                                    |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona                                                                                         |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                   |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                               |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved public health, reduced traffic congestion, and promotion of sustainable transport        |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                               |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | MT.01 Reduced motorized passenger transportation need                                             |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                   |
| Expected data source                                                               | Municipal Department of Mobility                                                                  |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                             |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                            |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                            |
| References                                                                         |                                                                                                   |
| Deliverables describing the indicator                                              | Annual urban planning and transport reports                                                       |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                 |
| Planned monitoring approach                                                        | Regular updates of bike path length through GIS mapping and integration with urban mobility plans |

| Mobility and Transport                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Indicator Name                                                                     | Population Exposed to Night-time Noise (Lnight) over 50 Db                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Definition                                                                         | This indicator represents the annual average period of exposure to noise at night                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Calculation                                                                        | Estimated number of people residing in the city exposed to a level greater than 50 dB, at a height of 4 meters and on the “most exposed facade”, including all sound sources, over the total number of people, as estimated in the Non-Technical Summary (RNT) that supports the Strategic Noise Map of the Municipality of Porto                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Noise pollution reduction                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ MT.01 Reduced motorized passenger transportation need</li> <li>▪ MT.02.A Encouraging the use of public transport through ticketing</li> <li>▪ MT.02.B Encouraging the use of public transport through new and better offer</li> <li>▪ MT.03 Increased shared mobility and MaaS options</li> <li>▪ MT.04.A Network of recharging points for electric vehicles and electrification of private fleet</li> <li>▪ MT.04.B Electrification of the municipal vehicle fleet</li> <li>▪ MT.05 Optimized logistics</li> <li>▪ MT.06 Electrification of light and heavy freight vehicles</li> </ul> |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

| Data requirements                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Expected data source                           | Urban Dynamic Indicator and periodic updates to the Strategic Noise Map of the Municipality of Porto                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Is the data source local or regional/national? | The data source is local and gathered through the noise sensors implemented across the city                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Expected availability                          | Daily                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Suggested collection interval                  | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| References                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Deliverables describing the indicator          | Reports provided by the Urban Dynamic Indicator                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Other indicator systems using this indicator   | Starting in 2004 and successively in 2008, 2010, 2014, 2018 and 2020, the Municipality of Porto has been promoting revisions and/or updates of both the Strategic Noise Map and the respective Municipal Noise Reduction Plan (Action plan). The most recent version is from 2022. These are the main documents that guide this topic in the city and establish limits |
| Planned monitoring approach                    | Monitoring utilizes local noise sensors to collect data on night-time noise levels (L <sub>night</sub> ). Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to decrease the population exposed to levels exceeding 50 dB, ensuring quieter nights for residents                                                                                                                     |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Waste</b>                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Indicator Name                                                                     | Waste Recycling Share                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Definition                                                                         | Proportion of waste generated in Porto that is recycled                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Calculation                                                                        | This indicator is assessed through information collected from Porto Ambiente and Observatório LIPOR which is based on the quantification of waste inputs/outputs from the different types and the values from weighing systems                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona (Municipal waste destined for PxR and re-use (%)), Thessaloniki (Increase the recycling rate of paper, metal, glass, plastic (%)) - The indicators measure the share of recycled municipal waste in total municipal waste generation. Based on the requirements of the EU, 4 indicators have been developed for each of the 4 streams of recyclable packaging materials), Zaragoza (Percentage of collected waste that is recycle), Guimarães, Espoo (Household waste recycling (%) - Amount of household waste recycled compared to total amount of household waste). |
| <b>Indicator Context</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Waste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Increased recycling rate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | WCE.01 Increased waste recycling                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Data requirements</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Expected data source                                                               | Porto Ambiente and Observatório LIPOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local and regional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Expected availability                                                              | Annual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Suggested collection interval                                                      | Annual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>References</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports from LIPOR and Porto Ambiente (PAPERSU 2030)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                             |                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planned monitoring approach | The planned approach includes setting targets, collecting data from waste facilities, analyzing recycling rates, and reporting progress to stakeholders regularly |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                    |                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Waste</b>                                                                       |                                                                                                                                                   |
| Indicator Name                                                                     | Composting Organic Waste                                                                                                                          |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                 |
| Definition                                                                         | Measures the proportion of organic waste diverted to composting in relation to the total waste generated                                          |
| Calculation                                                                        | Division of the amount of composted waste by the total organic waste generated, multiplied by 100                                                 |
| Cities Using This Indicator                                                        | Thessaloniki (Increase in composting rate (%)) - The indicator measures the share of bio-waste composted in the total municipal waste generation) |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                   |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                               |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Waste                                                                                                                                             |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                               |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduction in landfill usage, leading to decreased environmental pollution and resource recovery through composting                                |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                               |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | WCE.01 Increased waste recycling                                                                                                                  |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                   |
| Expected data source                                                               | Porto Ambiente and Observatório LIPOR                                                                                                             |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local and regional                                                                                                                                |
| Expected availability                                                              | Annual                                                                                                                                            |
| Suggested collection interval                                                      | Annual                                                                                                                                            |
| References                                                                         |                                                                                                                                                   |

|                                       |                                                                                                      |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Deliverables describing the indicator | Reports from Porto Ambiente detailing composting statistics and progress in organic waste management |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                              |                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Other indicator systems using this indicator | EU Waste Framework Directive                                                                                                                                                  |
| Planned monitoring approach                  | The planned approach includes setting annual targets, collecting data on organic waste collected for composting, and tracking progress through periodic reviews and reporting |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Water</b>                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Indicator Name                                                                     | Water Losses                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Definition                                                                         | Water lost due to leaks, inefficient systems, or other issues in the municipal water network                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Calculation                                                                        | This indicator is assessed through the quantification of water losses in the municipal network, using data on the total volume of water supplied and the volume billed. The information is collected from measurement and monitoring systems implemented in the distribution network, allowing the calculation of the percentage of water lost due to leaks, inefficiencies, and other operational failures. |
| Cities Using This Indicator                                                        | Florence                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Indicator Context</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduction of water wastage and efficiency in water management                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | WCE.02 Optimized processes and efficiency in wastewater treatment facilities                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Data requirements</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Expected data source                                                               | Águas e Energia do Porto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>References</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports provided by the Urban Dynamic Indicator; Municipal water loss assessments and efficiency improvement reports; Annual analysis of water supply system performance.                                                                                                                                                                                                                                    |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring utilizes local sensors to collect data on water losses in the municipal network. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to significantly reduce losses through                                                                                                                                                                                                                                      |

|  |                                                                 |
|--|-----------------------------------------------------------------|
|  | optimized processes and efficient infrastructure<br>maintenance |
|--|-----------------------------------------------------------------|

| Water                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Urban Water Consumption                                                                                                                                                                                                                             |
| Indicator Unit                                                                     | l/capita/day                                                                                                                                                                                                                                        |
| Definition                                                                         | Average daily water consumption across the entire urban area, including households, businesses, and public services                                                                                                                                 |
| Calculation                                                                        | Total volume of urban water consumption per year / (Population × 365)                                                                                                                                                                               |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona, Valencia (Domestic water consumption per inhabitant per day), Espoo (Household water consumption (Liters/capita/day) - How many liters in average one person uses water per day), Florence (l/inh.* year)                                |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                  |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Efficient water use and sustainable urban water management                                                                                                                                                                                          |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | WCE.02 Optimized processes and efficiency in wastewater treatment facilities                                                                                                                                                                        |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Expected data source                                                               | Agua e Energia do Porto                                                                                                                                                                                                                             |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                               |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                              |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                              |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports provided by the Municipal water supply and consumption reports; Annual assessments on water efficiency and sustainability goals.                                                                                                            |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                           |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring relies on local water meters and municipal water supply data to track urban water consumption. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to promote water efficiency, reduce excessive consumption, and encourage sustainable usage practices |

| Water                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Reclaimed Water Use                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Indicator Unit                                                                     | m <sup>3</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Definition                                                                         | Volume of treated wastewater reused for non-potable purposes, such as irrigation, industrial processes, or street cleaning, instead of being discharged                                                                                                                                                              |
| Calculation                                                                        | Total volume of treated wastewater reused (annually)                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona, Lisboa (Volume / % of treated wastewater reused)                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduction of freshwater demand and promotion of circular water management                                                                                                                                                                                                                                            |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | WCE.02 Optimized processes and efficiency in wastewater treatment facilities                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Expected data source                                                               | Águas e Energia do Porto                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports provided by Municipal water reuse assessments and efficiency reports; Annual reports on reclaimed water distribution and utilization                                                                                                                                                                         |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring relies on data from water treatment facilities and municipal reports on reclaimed water distribution. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on increasing the proportion of reused water in irrigation, industrial processes, and other non-potable applications to support sustainable water management |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>GHG Emissions</b>                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Indicator Name                                                                     | GHG emissions                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Indicator Unit                                                                     | Tons of CO <sub>2</sub> eq                                                                                                                                                                                                                                            |
| Definition                                                                         | Reduction in GHG emissions per year, translated in tons of CO <sub>2</sub> eq                                                                                                                                                                                         |
| Calculation                                                                        | Detailed assessment by sector and yearly monitoring through the Observatorio de Energia (Energy Observatory) made available by AdEPorto                                                                                                                               |
| Cities Using This Indicator                                                        | Lisboa                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Indicator Context</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                                           |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | No                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | NA                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | All actions in Action Plan                                                                                                                                                                                                                                            |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Data requirements</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Expected data source                                                               | Observatório de Energia (Energy Observatory) made available by AdEPorto                                                                                                                                                                                               |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>References</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Deliverables describing the indicator                                              | Annual reports provided by the Observatório de Energia (Energy Observatory)                                                                                                                                                                                           |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring entails detailed sector-specific assessments of CO <sub>2</sub> eq emissions, with yearly tracking facilitated by the Energy Observatory provided by AdEPorto. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to reduce emissions, fostering sustainability in Porto |

| GHG Emissions                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Total GHG Emissions per Capita                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Indicator Unit                                                                     | tCO <sub>2</sub> e/capita                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Definition                                                                         | Average greenhouse gas emissions produced per resident                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Calculation                                                                        | Total GHG emissions of resident units / Total population                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Cities Using This Indicator                                                        | Valencia (Total GHG emissions from resident units per capita), Espoo (GHG emission per capita)                                                                                                                                                                                                                                          |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                                                                                                             |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved energy efficiency and cost savings in municipal operations                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | All actions in Action Plan                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Expected data source                                                               | AdEP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Deliverables describing the indicator                                              | Annual Report on Energy and Emissions by AdEP                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring is based on city-wide greenhouse gas (GHG) inventories, emissions tracking systems, and periodic updates from environmental agencies. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on reducing per capita GHG emissions through energy efficiency measures, increased renewable energy adoption, and sustainable mobility policies |

| GHG Emissions                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | GHG Emissions from Transport                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Indicator Unit                                                                     | t CO2-eq/y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Definition                                                                         | Greenhouse gas emissions from the operations of vehicles (operations of the bus rapid transit)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Calculation                                                                        | First, estimate the annual GHG emissions from the operation of a conventional bus system for the same routes as the proposed BRT system. Estimate of annual GHG emissions from the operation of the electric BRT system. This includes emissions from electricity consumption (if the source of electricity isn't carbon neutral). Finally, subtract the estimated annual emissions from the BRT system from the emissions from the conventional bus system. This gives the reduction in greenhouse gas emissions achieved by the introduction of the BRT system. The convert the reduction in GHG emissions into a standard unit such as metric tons of CO2 equivalent (CO2e) |
| Cities Using This Indicator                                                        | Guimarães (kt CO2 equivalent), Leuven, Barcelona (million MT CO2-eq), Seville, Kalamata (tn CO2), Thessaloniki (Greenhouse gas emissions from transport and logistics (t CO2 equivalent), Turku, Stockholm (Emissions from transport per capita (Tonnes CO2e/capita), Lahti (kt CO2 equivalent), Kozani (tn CO2)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Transport                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved energy efficiency and cost savings in municipal operations                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | All actions in Action Plan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Expected data source                                                               | AdEPorto's Energy and Emissions Report                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Expected availability                        | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Suggested collection interval                | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| References                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Deliverables describing the indicator        | Annual Report on Energy and Emissions by AdEP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Other indicator systems using this indicator | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Planned monitoring approach                  | Monitoring is based on city-wide transportation emission inventories, vehicle fuel consumption data, and periodic updates from environmental agencies. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on reducing transport-related emissions through the promotion of public transport, electrification of municipal and private vehicle fleets, and expansion of active mobility infrastructure (cycling and walking) |

| GHG Emissions                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Emissions Generated by Waste Management                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Indicator Unit                                                                     | Tons of CO <sub>2</sub> eq                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Definition                                                                         | Greenhouse gas emissions arising from the collection, transport, processing, and disposal of municipal solid waste                                                                                                                                                                                                                                       |
| Calculation                                                                        | Total GHG emissions from waste management operations                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Cities Using This Indicator                                                        | Lisboa, Thessaloniki (Greenhouse gas emissions from solid waste - CO <sub>2</sub> e kton)                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Waste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved energy efficiency and cost savings in municipal operations                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | All actions in Action Plan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Expected data source                                                               | LIPOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local and regional                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Deliverables describing the indicator                                              | Annual Report on Energy and Emissions by AdEP                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring is based on municipal waste management reports, landfill gas capture data, and periodic updates from environmental agencies. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to reduce emissions by increasing recycling rates, improving organic waste composting, optimizing waste collection efficiency, and implementing waste-to-energy initiatives |

| Green Spaces                                                                       |                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                          |
| Indicator Name                                                                     | Green Areas                                                                                                                                                                                                              |
| Indicator Unit                                                                     | Hectares                                                                                                                                                                                                                 |
| Definition                                                                         | Increase in the city green area (hectares) per 1 000 inhabitants                                                                                                                                                         |
| Calculation                                                                        | Data extracted from internal and online land use databases as SMOS (Sistema de Monitorização da Ocupação do Solo) and Árvores do Porto                                                                                   |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona (Increase in green infrastructure (cumulative)), Valencia (Green areas per capita)                                                                                                                             |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | AFOLU                                                                                                                                                                                                                    |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduction in GHG emissions; Improvement in air quality. Improvement in quality of life                                                                                                                                   |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | GI.01 Increased green infrastructure (carbon sink)                                                                                                                                                                       |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                       |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                          |
| Expected data source                                                               | Land use databases, internal and SMOS, a city platform which maps the green areas in Porto                                                                                                                               |
| Is the data source local or regional/national?                                     | National and local                                                                                                                                                                                                       |
| Expected availability                                                              | Information in SMOS is provided every 12 years. However, the GIS platform that maps the city's green areas is updated annually                                                                                           |
| Suggested collection interval                                                      | Biannual                                                                                                                                                                                                                 |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                          |
| Deliverables describing the indicator                                              | Information in the city website                                                                                                                                                                                          |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                        |
| Planned monitoring approach                                                        | The monitoring involves data extraction from online land use databases like SMOS and Árvores do Porto to track the increase in city green area per 1,000 inhabitants, aligning with targets set for 2025, 2027, and 2030 |

| Green Spaces                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | N° of Trees in Public Domain                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Indicator Unit                                                                     | N°                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Definition                                                                         | Quantifies the number of trees that exist in the city                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Calculation                                                                        | Annual count based on inventories and satellite imagery                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona (Tree cover (%))                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | AFOLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Contributes to air quality and leisure spaces                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | GI.01 Increased green infrastructure (carbon sink)                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Expected data source                                                               | Municipal Division of Green Structure                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Deliverables describing the indicator                                              | Municipal Plan for Afforestation of the City of Porto                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring relies on municipal tree inventories, satellite imagery, and periodic field surveys. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to increase urban tree coverage, enhance green infrastructure, and promote reforestation programs to mitigate urban heat island effects and improve public well-being |

| Green Spaces                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Green Roofs Installed                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Indicator Unit                                                                     | Square meters (m²)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Definition                                                                         | Measures the total area of green roofs in the city                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Calculation                                                                        | Sum of the areas of projects completed                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Cities Using This Indicator                                                        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | AFOLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved urban air quality, reduction of heat island effects, and enhanced stormwater management                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | GI.01 Increased green infrastructure (carbon sink)                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Expected data source                                                               | Municipal Division of Green Structure                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports provided by the Municipal sustainability reports and green building assessments; Annual evaluations of green roof installations and maintenance                                                                                                                                                                                          |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring is based on municipal building permits, satellite imagery, and periodic assessments of green infrastructure projects. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on increasing the number and surface area of green roofs to promote biodiversity, reduce energy consumption in buildings, and improve urban resilience to climate change |

| Green Spaces                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Distance to green areas                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Indicator Unit                                                                     | Meters (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Definition                                                                         | Measures the distance between residences and public green areas                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Calculation                                                                        | Data obtained through georeferencing                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Cities Using This Indicator                                                        | Valencia (Population with access to green spaces within 5 minutes walking distance)                                                                                                                                                                                                                                          |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved public health, increased physical activity, and enhanced urban biodiversity                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | GI.01 Increased green infrastructure (carbon sink)                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Expected data source                                                               | Municipal Division of Green Structure                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Deliverables describing the indicator                                              | Municipal Division of Green Structure                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring is based on GIS mapping, municipal urban planning databases, and periodic surveys. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to reduce the average distance to public green spaces, ensuring equitable access to parks and natural areas, promoting well-being, and enhancing climate resilience in urban environments |

| Green Spaces                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Total carbon removed or stored in vegetation and soil per unit area per year                                                                                                                                                                                                                                  |
| Indicator Unit                                                                     | tons/ha/y                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Definition                                                                         | Kg CO <sub>2</sub> removed from the atmosphere and stored per hectare of soil per year                                                                                                                                                                                                                        |
| Calculation                                                                        | Calculation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and estimation of the CO <sub>2</sub> stored in the biomass of trees from satellite images of the city of Porto                                                                                                                              |
| Cities Using This Indicator                                                        | Thessaloniki                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | AFOLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Enhanced carbon sequestration, improved soil health, and increased ecosystem resilience                                                                                                                                                                                                                       |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | GI.01 Increased green infrastructure (carbon sink)                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Expected data source                                                               | Municipal Division of Green Structure                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Deliverables describing the indicator                                              | Municipal Division of Green Structure                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring is based on remote sensing data, field surveys, and carbon flux modeling. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on increasing carbon sequestration through afforestation, reforestation, soil conservation practices, and urban green infrastructure expansion to mitigate climate change impacts |

| Built Environment                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Urban Soil Permeability/ Soil Sealing Index                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Definition                                                                         | Measures the percentage of urban land that remains permeable, preventing flooding and managing stormwater                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Calculation                                                                        | <p>The index is calculated as the ratio between the sum of the equivalent impervious areas and the total land area, expressed as a percentage. Each impervious area is weighted using a permeability coefficient (ranging from 0 to 1), depending on land use or surface type:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Built-up or fully paved areas: Coefficient = 1.00 (fully impermeable);</li> <li>▪ Semi-permeable surfaces: Coefficient = 0.50;</li> <li>▪ Vegetated or fully permeable areas: Coefficient = 0.00</li> </ul> |
| Cities Using This Indicator                                                        | European cities complying with the Soil Sealing Index (SDG 11.32) under Eurostat and EEA monitoring                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved stormwater management, reduced flood risk, enhanced groundwater recharge, and urban heat island mitigation                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Expected data source                                                               | Municipal Department of Urban Management; Eurostat Soil Sealing Index (SDG 11.32); European Environment Agency (EEA) – Copernicus Land Monitoring Service                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local and regional/national                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Expected availability                                                              | Every 3+ years                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Suggested collection interval                                                      | Every 3 years                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports provided by Municipal land-use planning and impermeabilization assessments.- High-resolution land cover maps from Copernicus Land Monitoring Service                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planned monitoring approach | Monitoring is based on satellite imagery, GIS mapping, and municipal land-use records. The Soil Strategy for 2030 aims for "no net land take by 2050." The index helps assess urban impermeabilization trends and compliance with sustainability goals |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| Air Quality                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Indicator Name                                                                     | Air Quality                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Indicator Unit                                                                     | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Definition                                                                         | The air quality index translates in an easy and understandable way the state of air quality. In Portugal, thresholds are established for short-term (hourly and/or daily) and long-term (annual) air quality levels regarding relevant pollutants. The QualAR index, which includes data collected in the city is recommended by Porto's Environmental Department, and presents a classification based on the concentration of pollutants recorded at monitoring stations. The results are translated into a color scale divided into five classes, from "Very Good" to "Bad" |
| Calculation                                                                        | The calculation is carried out based on the arithmetic averages of pollutants measured at air quality stations according to the following criteria: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Zones - it is mandatory to measure the pollutants ozone (O3) and PM10 or PM2.5 particles (particles with a diameter equal to or less than 10 µm and 2.5 µm);</li> <li>▪ Agglomerations - it is mandatory to measure the pollutants nitrogen dioxide (NO2) and PM10 or PM2.5 particles. When available, the pollutant SO2 is also measured.</li> </ul>                            |
| Cities Using This Indicator                                                        | Lisboa, Barcelona, Valencia, Valladolid, Lappeenranta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Air quality                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | All actions in Action Plan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Expected data source                                                               | QualAR platform complemented by Urban Dynamic Indicator                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Is the data source local or regional/national?                                     | The data source is local. The Municipality of Porto is part of the Porto Litoral Agglomeration and has two stations:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | 1) The Sobreiras Station which was installed in December 2007 and measures NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> and SO <sub>2</sub> ; and 2) The Antas Station, which operates since October 2000 and measures NO, NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>3</sub> and PM <sub>10</sub> . Nevertheless, the QualAR is a national platform |
| Expected availability                        | Daily                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Suggested collection interval                | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| References                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Deliverables describing the indicator        | Reports provided by the QualAR platform and complemented by the Urban Dynamic Indicator                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Other indicator systems using this indicator | The regime for evaluating and managing air quality is defined by Portuguese Law 102/2010, of September 23rd in its current wording                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Planned monitoring approach                  | Monitoring utilizes the QualAR index, translating air quality into five color-coded classes. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to improve air quality, aligning with established thresholds for relevant pollutants, ensuring a healthier environment for Porto's residents                                                                                                                            |

| Air Quality                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Urban Heat Island (UHI) incidence                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Indicator Unit                                                                     | °C (Degrees Celsius)                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Definition                                                                         | Urban Heat Island (UHI) effect denotes an urban area that is significantly warmer than its rural or undeveloped surrounding areas. Expressed and evaluated as temperature (°C)                                                                                                                      |
| Calculation                                                                        | Requires a rather large amount of temperature measurement stations to holistically identify the effect within the urban area                                                                                                                                                                        |
| Cities Using This Indicator                                                        | Thessaloniki                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                                                                         |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduction of energy consumption for cooling, improved urban climate resilience, and better public health outcomes                                                                                                                                                                                   |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | All actions in Action Plan                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Expected data source                                                               | Data Meteorological stations, satellite remote sensing data (e.g., Copernicus Climate Service), and municipal temperature monitoring programs                                                                                                                                                       |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Expected availability                                                              | Daily, with seasonal and annual trend analysis                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Suggested collection interval                                                      | Hourly to daily monitoring for short-term trends, annual reports for long-term assessment                                                                                                                                                                                                           |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Deliverables describing the indicator                                              | Municipal Division of Green Structure                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring uses meteorological stations, thermal imaging from satellites, and urban climate models to track temperature variations. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on reducing temperature disparities through increased vegetation, albedo-enhancing materials, and improved urban design. |

| Energy                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Energy consumption per capita                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Indicator Unit                                                                     | MWh/inhab/yr                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Definition                                                                         | Measures the average annual energy consumption per inhabitant to evaluate energy efficiency and usage patterns                                                                                                                                                                                           |
| Calculation                                                                        | Total energy consumption divided by the total population, calculated                                                                                                                                                                                                                                     |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona, Valencia (Household electricity consumption, Izmir (Annual energy consumption)                                                                                                                                                                                                                |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                                                                              |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved energy efficiency, cost savings, and reduced dependency on fossil fuels                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.01 Purchase of 100% certified renewable energy                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Expected data source                                                               | INE                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local and national                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Deliverables describing the indicator                                              | AdEP Annual Report                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring relies on energy billing data, national statistics, and smart meter networks to track consumption patterns and support policy development. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on reducing per capita energy use through efficiency measures and increased use of renewable energy sources |

| Energy                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Energy consumption by sector (commercial and services, transport, industrial, domestic, other)                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Indicator Unit                                                                     | GWh/year                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Definition                                                                         | Measures the total energy consumption distributed by sector, highlighting the energy demand patterns across different sectors                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Calculation                                                                        | Total energy consumption for each sector (commercial and services, transport, industrial, domestic, other)                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Enhanced energy efficiency, cost savings, and reduced greenhouse gas emissions across different economic sectors                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.01 Purchase of 100% certified renewable energy<br>ES.02 Renewable energy generation in buildings                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Expected data source                                                               | AdEP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Deliverables describing the indicator                                              | AdEP Annual Report                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring relies on sector-specific energy billing data, smart meter networks, and national energy statistics. The data is segmented into commercial and services, transport, industrial, domestic, and other categories to track usage trends and identify energy-saving opportunities. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to reduce sectoral energy consumption through efficiency measures, increased |

|  |                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | adoption of renewable energy sources, and electrification of key energy-intensive activities. |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------|

| Energy                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Electricity Consumption of Municipal Lighting                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Indicator Unit                                                                     | kWh                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Definition                                                                         | Total electricity consumption by public lighting systems maintained by the municipality                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Calculation                                                                        | Sum of electricity consumed by municipal lighting systems over the reporting period                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Improved energy efficiency, cost savings for municipalities, and reduced carbon emissions                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.04 100% LED street lighting equipped with control and monitoring system                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Expected data source                                                               | AdEP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Deliverables describing the indicator                                              | Municipal street lighting consumption reports; Annual energy efficiency assessments; Urban lighting optimization strategies and action plans.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Planned monitoring approach                                                        | Monitoring is based on electricity billing data, smart grid metering, and municipal infrastructure reports.<br>Consumption is tracked per year and per district to assess efficiency improvements. Targets for 2025, 2027, and 2030 focus on reducing municipal lighting electricity consumption through LED retrofitting, smart lighting systems, and the integration of renewable energy sources. |

| Energy                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Share of Renewable Energy in Gross Final Energy Consumption                                                                                                                                                                                |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                          |
| Definition                                                                         | Proportion of total energy consumption derived from renewable energy sources (e.g., solar, wind, hydropower)                                                                                                                               |
| Calculation                                                                        | $(\text{Renewable energy consumption} / \text{Gross final energy consumption}) \times 100$                                                                                                                                                 |
| Cities Using This Indicator                                                        | Valencia, Barcelona (Energy generated from renewable sources (by type)), Zaragoza (Percentage of current electricity production from fossil sources is replaced by renewable energies)                                                     |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Climate change mitigation, energy security, air quality improvement, economic development, technological innovation                                                                                                                        |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.01 Purchase of 100% certified renewable energy<br>ES.02 Renewable energy generation in buildings<br>ES.03 Renewable energy generation in Porto's Industry<br>ES.04 100% LED street lighting equipped with control and monitoring system |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                        |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Expected data source                                                               | AdEP                                                                                                                                                                                                                                       |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                      |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                     |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                     |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                            |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports on local and national renewable energy progress                                                                                                                                                                                    |
| Other indicator systems using this indicator                                       | ISO 37120                                                                                                                                                                                                                                  |
| Planned monitoring approach                                                        | Annual energy statistics reports and policy assessments                                                                                                                                                                                    |

| Energy                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Local Renewable Energy Production                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Indicator Unit                                                                     | % of final energy demand (in MWh) from local RES                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Definition                                                                         | The % of local energy demand covered by local RES production                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Calculation                                                                        | Measurement of final demand compared to the total                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Cities Using This Indicator                                                        | Limassol, Leuven, Valencia (electricity), Thessaloniki (MWh/y), Barcelona (Energy generated from renewable sources (by type))                                                                                                                                                                                            |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Energy generation, electricity, heating, and transport                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Climate change mitigation, energy security, improved air quality, job creation, and technological innovation                                                                                                                                                                                                             |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.02.A Renewable generation in municipal buildings<br>ES.02.B Renewable energy community from waste conversion<br>ES.02.C Renewable energy communities as tools to mitigate energy poverty<br>ES.02.D Renewable generation in private buildings and facilities<br>ES.03 Renewable energy generation in Porto's industry |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Expected data source                                                               | AdEP                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports on local and national renewable energy progress                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Planned monitoring approach                                                        | Annual energy statistics reports and policy assessments                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Energy</b>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Indicator Name                                                                     | Photovoltaic installed capacity in Porto                                                                                                                                                                                                                     |
| Indicator Unit                                                                     | kWp installed                                                                                                                                                                                                                                                |
| Definition                                                                         | Increase in share of photovoltaic capacity installed                                                                                                                                                                                                         |
| Calculation                                                                        | The capacity installed of photovoltaic in the Municipality translates the share of local renewable electricity. These figures are estimated by E-REDES based on the approved permitting processes                                                            |
| Cities Using This Indicator                                                        | Lisbon (MW), Barcelona (GWp), Parma (Installed surface of photovoltaic panels)                                                                                                                                                                               |
| <b>Indicator Context</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                          |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Stationary energy (buildings)                                                                                                                                                                                                                                |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                          |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Adoption of renewable technologies                                                                                                                                                                                                                           |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                          |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.02.A Renewable generation in municipal buildings<br>ES.02.C Renewable energy communities as tools to mitigate energy poverty<br>ES.02.D Renewable generation in private buildings and facilities<br>ES.03 Renewable energy generation in Porto's industry |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Data requirements</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Expected data source                                                               | Open data from E-REDES platform                                                                                                                                                                                                                              |
| Is the data source local or regional/national?                                     | National                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Expected availability                                                              | Quarterly                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Suggested collection interval                                                      | Annual                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>References</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports from the Open data from E-REDES platform                                                                                                                                                                                                             |
| Other indicator systems using this indicator                                       | Observatório Fotovoltaico and statistics from DGEG                                                                                                                                                                                                           |
| Planned monitoring approach                                                        | The approach involves tracking installed photovoltaic capacity through local utilities, conducting regular assessments, and reporting progress to stakeholders to meet targets by 2025, 2027, and 2030                                                       |

| Energy                                                                             |                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Indicator Name                                                                     | Energy Efficiency in Housing and Buildings                                                                                                                             |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                      |
| Definition                                                                         | Number of dwellings/buildings with energy performance certificates rated A, B or C out of the total number of dwellings/buildings with energy performance certificates |
| Calculation                                                                        | Dwellings/buildings with energy performance certificates rated A, B or C / Dwellings/buildings with energy performance certificates                                    |
| Cities Using This Indicator                                                        | Vitoria-Gasteiz, Valencia (Percentage of dwellings with energy certificate A), Lisboa (No. / % New Energy Certificates (renovated buildings))                          |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                        |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                    |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Energy generation, electricity, heating, and transport                                                                                                                 |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                    |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Climate change mitigation, energy security, improved air quality, job creation, and technological innovation                                                           |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                    |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | BE.03 Efficient lighting and appliances                                                                                                                                |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                    |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                        |
| Expected data source                                                               | ADENE                                                                                                                                                                  |
| Is the data source local or regional/national?                                     | National                                                                                                                                                               |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                 |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                 |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                        |
| Deliverables describing the indicator                                              | ADENE Reports                                                                                                                                                          |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                      |
| Planned monitoring approach                                                        | Annual energy statistics reports and policy assessments                                                                                                                |

| Energy                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Indicator Name                                                                     | People stating thermal comfort conditions in homes in summer and winter                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Indicator Unit                                                                     | %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Definition                                                                         | Share of Porto residents who declare that their homes are thermally comfortable in winter (not too cold) and summer (not too hot)                                                                                                                                                                                          |
| Calculation                                                                        | Surveys and results displaying in Porto's energy poverty platform                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Other Cities Using This Indicator                                                  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Energy poverty reduction; Improvement in quality of life by increased thermal comfort; Energy and costs reduction                                                                                                                                                                                                          |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.02.C Renewable energy communities as tools to mitigate energy poverty<br>ES.02.D Renewable generation in private buildings and facilities<br>BE.01.A Renovation of existing private buildings<br>BE.01.C Renovation of existing social housing<br>BE.02 Construction of new energy-efficient buildings (NZEB standards) |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Data requirements                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Expected data source                                                               | Surveys' results displayed in Energy poverty platform                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Expected availability                                                              | Periodic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Suggested collection interval                                                      | Biannual                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| References                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports on the evolution of energy poverty indicators discussing the surveys outputs                                                                                                                                                                                                                                       |
| Other indicator systems using this indicator                                       | National statistics on energy poverty available at Energy Poverty Advisory Hub platform                                                                                                                                                                                                                                    |

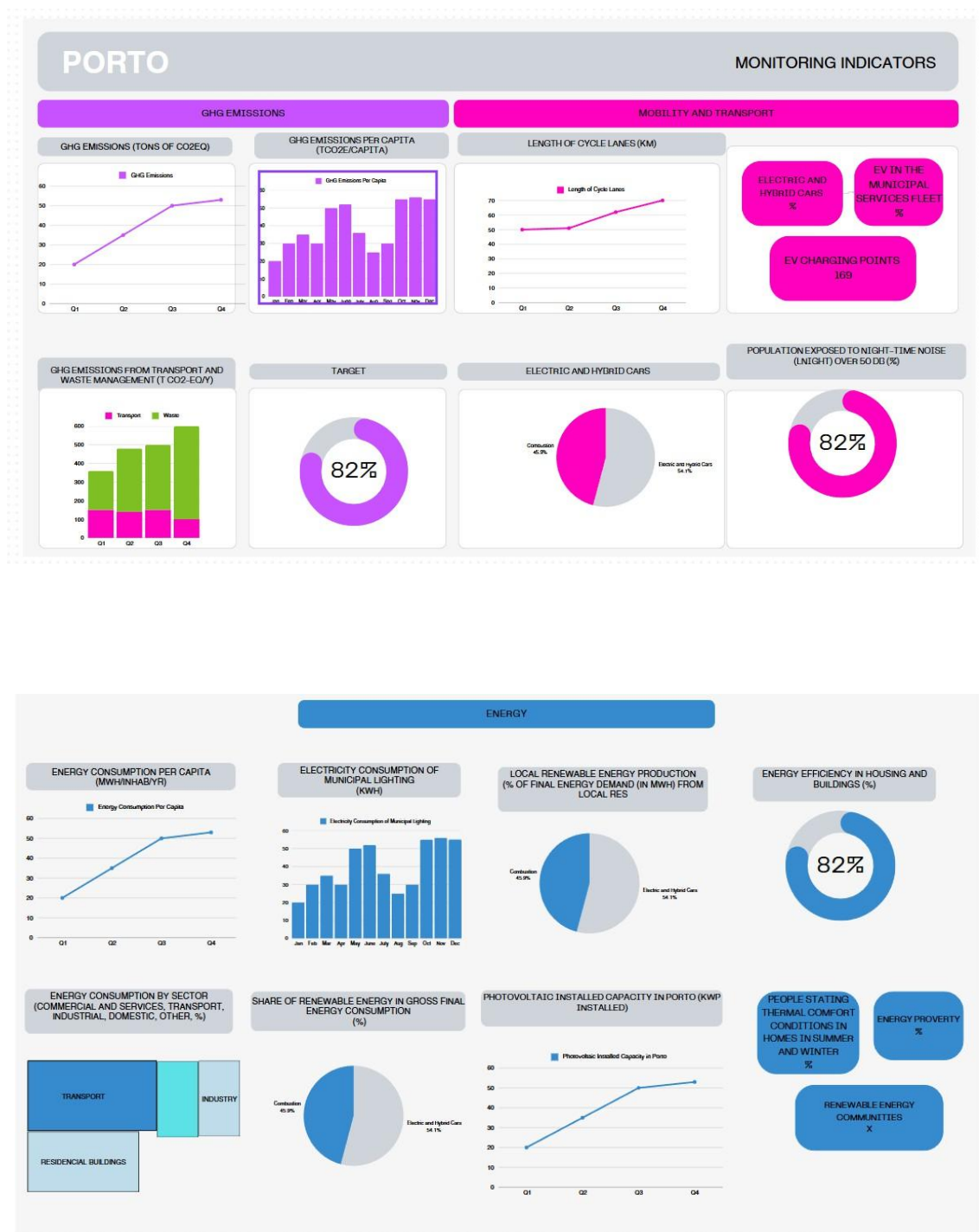
|                             |                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Planned monitoring approach | The approach includes surveys, that can be supplemented by temperature data collection, to assess thermal comfort in homes during summer and winter. Targets for 2025, 2027, and 2030 aim to improve comfort conditions |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

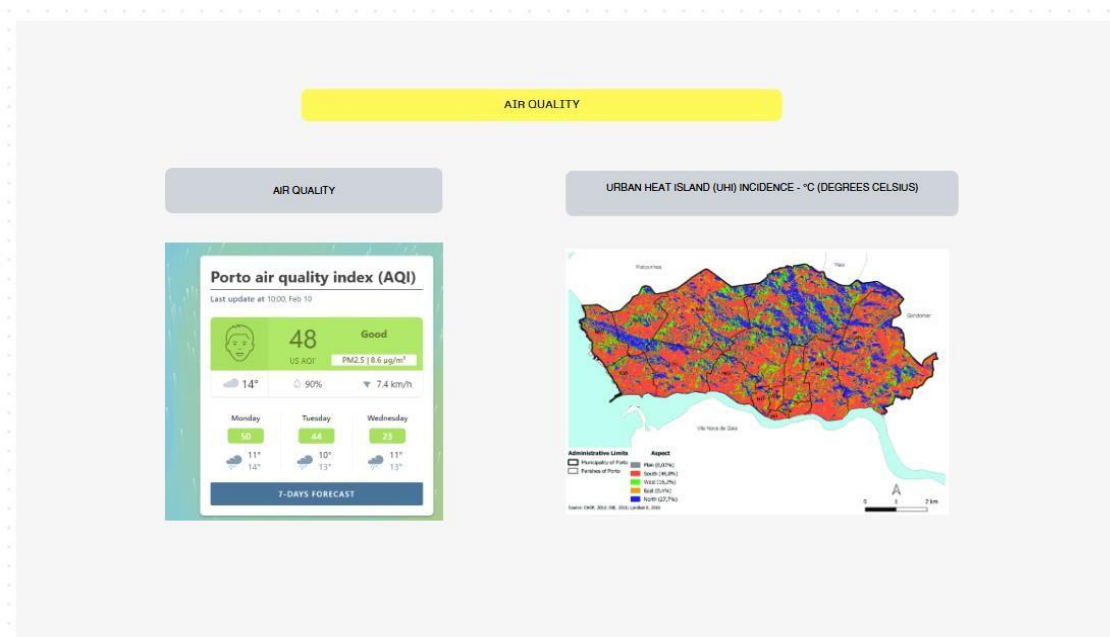
|                                                                                    |                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Energy</b>                                                                      |                                                                                                                                 |
| Indicator Name                                                                     | Energy Poverty                                                                                                                  |
| Indicator Unit                                                                     | % of households                                                                                                                 |
| Definition                                                                         | The percentage of households unable to afford the most basic levels of energy                                                   |
| Calculation                                                                        | The % of households living in energy poverty is approximated by the % of households with an active budget meter for electricity |
| Cities Using This Indicator                                                        | Leuven                                                                                                                          |
| <b>Indicator Context</b>                                                           |                                                                                                                                 |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | No                                                                                                                              |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | NA                                                                                                                              |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                             |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Climate change mitigation, energy security, improved air quality, job creation, and technological innovation                    |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                             |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.02.C Renewable energy communities as tools to mitigate energy poverty                                                        |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                             |
| <b>Data requirements</b>                                                           |                                                                                                                                 |
| Expected data source                                                               | AdEP                                                                                                                            |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                           |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                          |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                          |
| <b>References</b>                                                                  |                                                                                                                                 |
| Deliverables describing the indicator                                              | DGEG Reports                                                                                                                    |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                               |
| Planned monitoring approach                                                        | Annual energy statistics reports and policy assessments                                                                         |

|                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Energy</b>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                |
| Indicator Name                                                                     | Renewable Energy Communities                                                                                                                                                                                   |
| Indicator Unit                                                                     | N°                                                                                                                                                                                                             |
| Definition                                                                         | Number of energy communities in Porto. An energy community allows the electricity produced (e.g. by housing company with solar panels) to be used for the benefit of dwellings and commercial premises as well |
| Calculation                                                                        | Sum of the number of energy communities                                                                                                                                                                        |
| Cities Using This Indicator                                                        | Parma, Espoo                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Indicator Context</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                            |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings)                                                                                                                             |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                            |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Reduces the energy bills of the resident families                                                                                                                                                              |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                            |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.02.C Renewable energy communities as tools to mitigate energy poverty                                                                                                                                       |
| Is the indicator captured by the existing CDP/SCIS/Covenant of Mayors platforms?   | Yes                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Data requirements</b>                                                           |                                                                                                                                                                                                                |
| Expected data source                                                               | AdEP                                                                                                                                                                                                           |
| Is the data source local or regional/national?                                     | Local                                                                                                                                                                                                          |
| Expected availability                                                              | Yearly                                                                                                                                                                                                         |
| Suggested collection interval                                                      | Yearly                                                                                                                                                                                                         |
| <b>References</b>                                                                  |                                                                                                                                                                                                                |
| Deliverables describing the indicator                                              | Reports on local energy cooperatives and community energy projects                                                                                                                                             |
| Other indicator systems using this indicator                                       | -                                                                                                                                                                                                              |
| Planned monitoring approach                                                        | Tracking registered energy communities, local energy data analysis                                                                                                                                             |

| Economy                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Already in use in the CCC)                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Indicator Name                                                                     | Capital invested by the Municipality in climate actions                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Indicator Unit                                                                     | €                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Definition                                                                         | Municipal budget allocated to energy and sustainable projects                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Calculation                                                                        | Detailed budget executions of municipal companies and departments                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Cities Using This Indicator                                                        | Barcelona (Municipal investment in environmental sectors; Barcelona City Council's current expenditure on urban services and the environment linked to the green economy)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Indicator Context                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Does the indicator measure direct impacts (reduction in greenhouse gas emissions)? | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which emission source sectors does it measure?                             | Emission source sectors according to GHG inventory format – Module A-1 (Buildings, Transport, Waste, AFOLU)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Does the indicator measure indirect impacts (i.e., co-benefits)?                   | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which co-benefit does it measure?                                          | Capital invested in climate action                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Is the indicator useful for monitoring the output/impact of action (s)?            | Yes                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| If yes, which action and impact pathway is it relevant for?                        | ES.01 Purchase of 100% certified renewable energy<br>ES.02.A Renewable generation in municipal buildings<br>ES.02.B Renewable energy community from waste<br>ES.02.C Renewable energy communities as tools to mitigate energy poverty<br>ES.04 100% LED street lighting equipped with control and monitoring system<br>MT.01 Reduced motorized passenger transportation need<br>MT.02.A Encouraging the use of public transport through ticketing<br>MT.02.B Encouraging the use of public transport through new and better offer<br>MT.04.A Network of recharging points for vehicles<br>MT.04.B Electrification of the municipal vehicle fleet<br>MT.05 Optimized logistics<br>WCE.01 Increased waste recycling<br>WCE.02 Optimized processes and efficiency in wastewater treatment facilities<br>GI.01 Increased green infrastructure (carbon sink) |

**Anexo II** - Protótipo de *dashboard* climático da cidade do Porto (elaboração própria, com recurso à plataforma “Canva”)





## BUILT ENVIRONMENT

### URBAN SOIL PERMEABILITY/ SOIL SEALING INDEX (%)



82%

## ECONOMY

### CAPITAL INVESTED BY THE MUNICIPALITY IN CLIMATE ACTIONS (€)

