



03 a 05 de dezembro de 2025

As Engenharias na Transformação Digital das PMEs

Rankings de Cidades Inteligentes: Análise do Pilar Ambiental

Franciele Aparecida Cecato

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGE (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

Beatriz de Almeida Alcantara

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGE (Universidade Tecnológica Federal do Paraná)

Regina Negri Pagani

PPGE (Universidade Tecnológica Federal do Paraná) / Unidade de Investigação em Governança, Competitividade e Políticas Públicas (GOVCOP), Universidade de Aveiro, Portugal

Ana Maria Kriwouruska

SRH Haarlem University of Applied Sciences

Resumo: Atualmente, as questões ambientais são tema central em todas as esferas de governo, dado o seu impacto na qualidade de vida presente e futura. Nesse contexto, os municípios também incorporam essas discussões, buscando conciliar o desenvolvimento urbano com a preservação dos recursos naturais. No âmbito das Cidades Inteligentes, o Pilar Ambiental evidencia o crescente reconhecimento da sustentabilidade, embora os diferentes rankings que avaliam esse conceito ainda careçam de uma métrica única e padronizada. Por isso, este estudo tem como objetivo analisar, em foco no componente ambiental, três dos principais rankings de Smart Cities — o Smart City Index (IMD), o Cities in Motion Index (CIMI) e o Connected Smart Cities (CSC) — identificando os critérios utilizados por cada um, destacando as cidades mais bem posicionadas e as iniciativas que as diferenciam. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, aplicada e exploratória, de natureza descritiva, com abordagem bibliográfica e documental, utilizando-se dos relatórios e dados oficiais fornecidos por esses índices. Conclui-se que as ações ambientais adotadas pelas cidades mais bem ranqueadas não ocorrem de forma isolada, mas sim interligadas a diversas áreas da administração municipal. Além disso, essas iniciativas locais como a redução de emissões de gases de efeito estufa contribuem para estratégias de alcance global.

Palavras-chave: Cidades Inteligentes, Sustentabilidade e Meio Ambiente.

Abstract: Environmental issues are currently a central theme at all levels of government, given their impact on current and future quality of life. In this context, municipalities are also incorporating these discussions, seeking to reconcile urban development with the preservation of natural resources. Within the scope of Smart Cities, the Environmental Pillar highlights the growing recognition of sustainability, although the various rankings that evaluate this concept still lack a single, standardized metric. Therefore, this study aims to analyze, with a focus on the environmental component, three of the main Smart Cities rankings—the Smart City Index (IMD), the Cities in Motion Index (CIMI), and the Connected Smart Cities (CSC)—identifying the criteria used by each, highlighting the best-ranked cities and the initiatives that differentiate them. The research is qualitative, applied, and exploratory, descriptive in nature, with a bibliographic and documentary approach, using official reports and data provided by these indexes. It follows that the environmental actions adopted by the top-ranked cities do not occur in isolation, but rather are interconnected with various areas of municipal administration. Furthermore, these local initiatives, such as reducing greenhouse gas emissions, contribute to global strategies.

Keywords: Smart Cities, Sustainability and Environment.

1. Introdução

Desde o êxodo rural entre 1960 e 1980, o Brasil passou por intensos processos de industrialização e urbanização, transformações que ainda ocorrem com o avanço da sociedade. A Constituição Federal, em seu Art. 3º, estabelece como objetivos fundamentais a promoção da liberdade, justiça, solidariedade, o desenvolvimento nacional, a redução das desigualdades e o bem-estar de todos, livre de preconceitos e discriminações (BRASIL, 1988, online). Assim, o desenvolvimento urbano deve ir além da infraestrutura, priorizando o bem coletivo e a inclusão social.

Considerando esses aspectos, destaca-se a crescente relevância do termo Cidades Inteligentes (*Smart Cities*, em inglês) nos estudos voltados aos municípios. Esse campo tem sido amplamente desenvolvido por pesquisadores, instituições e também por iniciativas governamentais. Refletir sobre o conceito de cidade inteligente implica considerar como a inovação — tecnológica ou não — pode ser incorporada à vida do cidadão, sendo este o ponto central da discussão sobre o tema.

Paralelamente, a agenda ambiental, especialmente as mudanças climáticas, tem ganhado espaço no debate municipal. Os desafios ambientais precisam ser integrados às iniciativas de planejamento urbano, reforçando a necessidade de um desenvolvimento sustentável nas cidades.

No processo de planejamento urbano para que uma cidade seja reconhecida como inteligente, é fundamental compreender as *Smart Cities* como uma ideologia que orienta as direções estratégicas a serem adotadas (LOPES, 2021).

Embora não exista um conceito único e universal de Cidades Inteligentes, há elementos recorrentes, como a sustentabilidade. O Estatuto da Cidade, em seu Art. 2º, inciso I, assegura o “direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações” (REZENDE; ROSA, 2021, p. 15).

Entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela ONU, destaca-se o ODS 11, que propõe “Cidades e comunidades sustentáveis”, com a meta de tornar os municípios inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (NEGRÃO, 2023). Assim, uma cidade inteligente é aquela que promove o desenvolvimento sustentável, integrando tecnologia, inovação e o protagonismo do cidadão.

Porém, como o conceito de cidade inteligente ainda carece de unificação, a forma de mensuração também apresenta variações, os rankings, apresentam atualmente inúmeros métodos, entre os índices mais relevantes estão: Smart City Index (IMD), Cities in Motion Index (CIMI), que são estudos globais e no Brasil, temos: Connected Smart Cities (CSC). Estes índices são apresentados e divulgados a comunidade, o que torna o objetivo do município em ser considerado inteligente mais complexo, pois são metodologias e enfoques diferenciados.

Apesar da crescente adoção de rankings, há pouca sistematização dos critérios ambientais que sustentam essas avaliações. Isso dificulta a adoção de políticas públicas consistentes e a troca de boas práticas entre cidades.

Este estudo analisa três rankings de Cidades Inteligentes (IMD, CIMI e CSC), com foco no Pilar Ambiental. Busca-se, assim, contribuir para o direcionamento de políticas públicas voltadas à sustentabilidade urbana e para a definição de métricas que orientem o planejamento das cidades no cenário nacional e internacional

O texto está organizado da seguinte forma: na seção 2, abordam-se os conceitos teóricos de cidades inteligentes e seus rankings; na seção 3, apresenta-se a metodologia de análise;

na seção 4, discutem-se os resultados comparativos; e, por fim, na seção 5, traz-se as conclusões.

2. Cidades Inteligentes

2.1 Conceitos e Definições

Segundo a Carta Brasileira para Cidades Inteligentes, podemos considerar a seguinte definição, Cidades Inteligentes são aquelas que integram o desenvolvimento urbano e a transformação digital de forma sustentável, planejada e inclusiva. Utilizam tecnologias para resolver problemas, criar oportunidades, promover a equidade, fortalecer a governança colaborativa e melhorar a qualidade de vida, assegurando o uso ético e seguro dos dados e das TICs - Tecnologia da Informação e Comunicação (CBCI, 2020).

A articulação entre tecnologia e sustentabilidade, portanto, é condição fundamental para que os princípios de inteligência urbana se concretizem de forma justa e duradoura.

Outra normativa relevante a ser considerada no escopo deste estudo é a ISO 37101:2016, que define diretrizes para promover o desenvolvimento sustentável em comunidades. Essa norma orienta as localidades a incluírem, em seus processos de gestão, ações voltadas à sustentabilidade, inteligência e resiliência, considerando os limites territoriais aos quais estão submetidas. Também recomenda que as comunidades aprimorem sua contribuição para os resultados do desenvolvimento sustentável, avaliem seu desempenho nesse processo e verifiquem o nível de inteligência e resiliência alcançado, além de atenderem às obrigações de conformidade estabelecidas.

Os autores Lombardi et al. (2012), destacaram seis dimensões de uma Cidade Inteligente, o estudo identifica as características de uma cidade inteligente considerando: economia inteligente, pessoas inteligentes, governança inteligente, mobilidade inteligente, meio ambiente inteligente e vida inteligente. Cada uma dessas dimensões está associada a aspectos específicos da vida urbana, como indústria, educação, e-democracia, logística, sustentabilidade e qualidade de vida.

As cidades verdadeiramente inteligentes dependem do equilíbrio e da sinergia entre dimensões tecnológicas, sociais e institucionais, de modo a promover desenvolvimento urbano sustentável e resiliente. Após discutir conceitos de cidades inteligentes, passa-se agora à análise dos rankings.

2.2 Rankings de Smart Cities

Vários estudos buscam meios de mensurar e classificar as cidades, essa métrica é chamada de rankings, ao qual são desenvolvidos por diversas instituições que possuem ferramentas diferentes para o seu levantamento, pontuando as cidades por eixos e temáticas variadas. Entre os rankings mais divulgados atualmente pode-se citar: no âmbito internacional: Smart City Index (IMD) e Cities in Motion Index (CIMI). No cenário nacional: Connected Smart Cities (CSC).

Apesar de cada ranking adotar nomenclaturas, metodologia e âmbitos de amostra distintos, nota-se uma base metodológica comum: todos estruturam-se em torno de dimensões (ou pilares) que refletem aspectos-chave da cidade inteligente, tais como: governança, mobilidade, meio ambiente e inclusão digital, estes por fim convergem na construção de um escore agregado que busca sintetizar desempenho multidimensional em uma única posição. Cada pilar irá tratar de forma específica um tema, observa-se que o pilar de meio ambiente se apresenta de forma direta em dois dos indicadores e de forma indireta incorporado aos demais no caso do índice Smart City Index.

A seguir, será discutido de forma particular o Pilar Ambiental e seus aspectos em cada índice aqui apresentado.

2.3 Pilar Ambiental

O autor Cunha et al. (2016), discorre que cidades, são consideradas um elemento principal para o futuro e tem um papel elementar em questões de aspectos sociais e econômicos no mundo, além disso um impacto relevante no meio ambiente.

O Pilar Ambiental nos rankings reflete as ações das cidades para melhorar a qualidade de vida por meio da sustentabilidade, englobando indicadores relacionados ao uso consciente dos recursos naturais, à mitigação de impactos ambientais e à resiliência climática.

Conforme o Estatuto das Cidades, a “infraestrutura urbana, o saneamento ambiental e a moradia são direitos que garantem qualidade de vida para as gerações presentes e futuras” (REZENDE; ROSA, 2021, p. 15). No contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a ODS 11 enfatiza a sustentabilidade urbana, tornando imprescindível a mensuração da pegada ambiental e da capacidade de adaptação das cidades (NEGRÃO, 2023).

Inúmeros indicadores podem ser analisados dentro dessa temática desde questões de saneamento básico, uso da água, poluição do ar entre outros. Entre os rankings apresentados anteriormente, são analisados os seguintes itens:

- Smart City Index (IMD): inclui indicadores de qualidade do ar, gestão de resíduos e eficiência no uso da água (IMD, 2024);
- Cities in Motion Index (CIMI): traz subíndice de “Meio Ambiente e Energia”, avaliando emissões de CO₂ e uso de energias renováveis (IESE, 2024) e
- Connected Smart Cities (CSC): apresenta “Meio Ambiente” como eixo transversal, com métricas de cobertura de áreas verdes, tratamento de esgoto e gerenciamento de riscos ambientais (CSC, 2024).

Com base nesse mapeamento dos indicadores ambientais, a seção 3 detalha a abordagem metodológica para coleta, normalização e análise comparativa das cidades nos três rankings.

3. Metodologia

O principal objetivo deste trabalho é analisar os principais rankings internacionais de Cidades Inteligentes, com foco no pilar ambiental, buscando identificar os critérios adotados nesse eixo por cada ranking, destacar as cidades mais bem posicionadas e evidenciar as ações que contribuíram para seus desempenhos nesses índices.

Quanto à abordagem, este estudo é classificado como qualitativo, uma vez que se propõe a compreender e interpretar fenômenos complexos relacionados à sustentabilidade urbana em contextos específicos. Segundo Creswell (2014, p. 4), a pesquisa qualitativa consiste na “investigação para compreender um problema social ou humano, baseada em dados coletados no ambiente natural, analisados de forma indutiva, buscando-se a identificação de padrões de significado”. Tal abordagem é adequada para a análise de rankings e diretrizes, considerando que esses instrumentos não apenas representam dados objetivos, mas refletem também construções sociais e políticas sobre o que se entende por uma “cidade inteligente e sustentável”.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois visa à solução de problemas práticos relacionados à gestão urbana ambiental, contribuindo para o aprimoramento de políticas públicas e práticas de planejamento. Conforme Gil (2008), pesquisas aplicadas têm como propósito gerar conhecimentos voltados à aplicação imediata, com foco em questões concretas da realidade social.

No que se refere aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada como exploratória e descritiva. A abordagem exploratória permite aprofundar o conhecimento sobre os rankings e seus critérios ambientais, facilitando a formulação de hipóteses e a delimitação do fenômeno estudado. Já o caráter descritivo busca identificar, registrar, analisar e interpretar os elementos que caracterizam as ações das cidades destacadas, bem como as relações entre variáveis envolvidas nesses rankings (GIL, 2008, p. 44-45).

Do ponto de vista técnico, a pesquisa é bibliográfica e documental, com ênfase na análise crítica de publicações acadêmicas sobre cidades inteligentes, sustentabilidade urbana e rankings internacionais, permitindo a construção de uma base teórica sólida para a análise empírica (Lakatos e Marconi, 2003).

Já a pesquisa documental é caracterizada pelo uso de documentos institucionais, públicos ou privados, que não foram elaborados originalmente com fins científicos. Essa técnica permite a obtenção de dados empíricos a partir de fontes como relatórios de organizações internacionais (ex.: ONU-Habitat, OCDE, ISO), portais oficiais dos rankings analisados (como IESE Cities in Motion, Smart City Index, Arcadis Sustainable Cities Index), documentos técnicos, legislações, planos estratégicos e outras publicações institucionais. Segundo Gil (2008, p. 42), a pesquisa documental fundamenta-se no exame de materiais que ainda não receberam tratamento analítico, permitindo ao pesquisador extrair informações relevantes para a compreensão do objeto de estudo.

Corroborando essa perspectiva, Cellard (2008) destaca que a análise documental permite compreender os contextos político-administrativos e históricos que embasam determinadas iniciativas, o que é essencial para avaliar o alinhamento das cidades aos critérios ambientais dos rankings. A seguir, serão apresentados os dados coletados e as análises realizadas com base nos métodos e procedimentos descritos.

4. Análise de Dados

Cada índice adota uma metodologia própria, de modo que as cidades ranqueadas não coincidem necessariamente entre si. A seguir, apresenta-se quais são as cidades melhor posicionadas no ranking geral e no pilar ambiental nos índices aqui estudados:

- Smart City Index (IMD): Ranking Geral – Zurique (Suíça). Pilar Ambiental - Zurique (Suíça) (IMD, 2024);
- Cities in Motion Index (CIMI): Ranking Geral – Londres (Reino Unido). Pilar Ambiental – Reykjavik (Islândia) (IESE, 2024) e
- Connected Smart Cities (CSC): Ranking Geral – Florianópolis (Santa Catarina). Pilar Ambiental – Balneário Camboriú (Santa Catarina) (CSC, 2024).

Ao examinar o índice Smart City Index (IMD), verifica-se que não existe um pilar exclusivo para questões ambientais. Embora alguns indicadores relacionados à sustentabilidade estejam distribuídos nos pilares de Estrutura e Tecnologia, não há uma dimensão específica para avaliar integralmente o desempenho ecológico das cidades. Em contraste, os índices Cities in Motion Index (CIMI) e o Connected Smart Cities (CSC) contemplam, as dimensões de Meio Ambiente, o que permite mensurar de forma mais precisa iniciativas verdes e práticas de gestão ambiental urbana. Para que seja possível uma análise mais profunda sobre os índices, será apresentado a metodologia aplicada por cada um, com as métricas usadas.

4.1 Metodologia e Métricas

O índice Smart City Index (IMD), apresenta em sua metodologia dois grandes pilares: Estrutura e Tecnologia, no qual diversas questões são pontuadas em categorias e dessas são levantados os indicadores. Como por essa visão não é possível classificar as cidades

apenas pelos indicadores ligados a questões ambientais, foram selecionados os indicadores em cada categoria e pilar estão relacionados com a sustentabilidade.

Pilar Estrutura: dentro desse pilar são avaliados dezenove indicadores, destes sete estão relacionados ao meio ambiente/sustentabilidade. Na categoria saúde e segurança temos os indicadores, sobre saneamento básico e serviços de reciclagem, na categoria de mobilidade, são analisados os itens de congestionamento do trânsito e sobre a satisfação com o transporte público e por fim na categoria atividade, o indicador é o questionamento se as áreas verdes são satisfatórias (IMD, 2024).

Pilar Tecnologia: neste pilar são considerados vinte indicadores, sendo oito ligados a sustentabilidade. Na categoria saúde e segurança temos os indicadores, sobre a utilização de website ou app para que os moradores deem itens indesejados e monitores a poluição do ar. No item modalidade também temos a utilização de apps sobre caronas para diminuir o congestionamento, apps sobre a localização de vagas de estacionamento, aluguel de bicicletas, agendamento de passagens do transporte público de forma online, e se é possível verificar as informações sobre o trânsito via celular. Na questão de governança o indicador é sobre o uso de plataformas online para propor melhorias urbanas (IMD, 2024).

Em relação ao Índice Cities in Motion Index (CIMI), onze indicadores são específicos na parte ambiental, sendo: emissões de CO₂, emissões de metano, índice de desempenho ambiental, índices de Emissão de CO₂, índice de poluição, PM₁₀, PM_{2,5}, percentual da população com acesso a água potável, recursos hídricos renováveis, resíduos sólidos e vulnerabilidade climática (IESE, 2024).

E por fim o índice Connected Smart Cities (CSC), olhando o recorte do pilar Meio Ambiente, são avaliados quatorze indicadores, sendo que para a nota final desse pilar é considerado não somente as questões diretas e sustentabilidade, mas também outros itens de outros pilares que contribuem para sustentabilidade: oito desse eixo específico, três do eixo de energia e três do eixo de mobilidade e acessibilidade (CSC, 2024), sendo:

Pilar Meio Ambiente: percentual de atendimento urbano de água, percentual de perdas na distribuição da água, percentual urbano de esgoto, percentual de tratamento de esgoto, recuperação de materiais recicláveis, cobertura de coleta de resíduos, monitoramento de área de riscos, percentual de resíduos plásticos.

Pilar Mobilidade e Acessibilidade: outros modais de transporte, percentual de veículos de baixa emissão e idade média da frota de veículos.

Pilar Energia: potência outorgada de energia UFV, Eólica e de Biomassa.

De modo geral, os três índices: Smart City Index (IMD), Cities in Motion Index (CIMI) e Connected Smart Cities (CSC), reúnem indicadores de natureza, escopo e metodologias bastante distintos, o que dificulta comparações diretas, mas também enriquece a análise sob diferentes lentes.

O IMD estrutura-se apenas em dois pilares (“Estrutura” e “Tecnologia”), em que aspectos ambientais aparecem diluídos em indicadores de infraestrutura (por exemplo, reciclagem e qualidade do ar), sem dimensão própria. Isso tende a subavaliar a performance ecológica das cidades, pois não há agregação específica de métricas como emissões de CO₂, resíduos ou recursos hídricos. Além disso baseia-se em entrevistas com moradores combinadas a bases secundárias, o que confere agilidade, mas introduz subjetividade e limitações em termos de frequência de atualização.

O CIMI recorre a bases consolidadas de universidades (Yale), agências internacionais (UN, FAO) e pesquisas próprias, garantindo robustez estatística, porém com metodologias de coleta e atualização heterogêneas, o que pode comprometer a sincronia temporal entre indicadores.

O CSC agrega dados administrativos municipais e estatísticas nacionais (Banco Mundial, IQAir etc.), o que traz maior objetividade, ênfase em variáveis de infraestrutura mínima deixam lacunas sobre qualidade de serviço e efetividade das políticas.

4.2 Resultado dos Rankings e Ações

4.2.1 Smart City Index (IMD) – Zurique (Suíça)

Conforme apresentado a cidade de Zurique, está com a primeira colocação por esse índice no ano de 2025, porém ela vem mantendo essa posição desde 2020. Sua população é de 410.000 mil habitantes, possui um IDH de 0,994, sendo maior que o IDH do país de 0,957, além de índices altos de expectativa de vida e anos esperados de escolaridade (IMD, 2024).

Entre as ações voltadas a questões ambientais, para o desenvolvimento dessa pesquisa foram pesquisadas as seguintes ações: (BOUYGUES CONSTRUCTION, 2025; CIRCULAR CITIES DECLARATION, 2025; EARTHCHECK, 2025; FUTURE HUBS, 2025; GDS EARTH, 2021; THRED, 2025; ZURICH, 2025; ZURICH TOURISM, 2025):

- Emissão zero até 2040: Zurique estabeleceu uma meta de atingir emissões líquidas zero até 2040, incluindo uma redução de 30% nas emissões indiretas de gases de efeito estufa por habitante até 2040, em comparação a 1990.

- Sociedade de 2000 Watts: A cidade pretende reduzir o consumo de energia para 2.000 watts por pessoa e as emissões de CO2 para uma tonelada por pessoa por ano até 2050, uma meta estabelecida em regulamentações municipais.

- Energia renovável: Zurique promove ativamente fontes de energia renováveis, incluindo energia hidrelétrica e energia solar, e se comprometeu a comprar 100% de energia renovável.

- Edifícios Verdes: A cidade incentiva materiais de construção sustentáveis, reutilizando componentes existentes e reciclando concreto.

- Compras Sustentáveis: Zurique prioriza práticas de compras sustentáveis, considerando fatores ambientais, sociais e econômicos.

- Uso Inteligente de Recursos: A Estratégia Ambiental da cidade enfatiza o uso inteligente de recursos e os princípios da economia circular.

- Declaração Circular da Cidade: Zurique assinou a Declaração da Cidade Circular em 2022, marcando um passo em direção à implementação de uma Estratégia de Economia Circular em toda a cidade.

- Gestão de Resíduos: Zurique tem um rigoroso sistema de reciclagem, com diretrizes específicas para descarte de lixo doméstico e incentivos para a triagem adequada.

- Consumo reduzido: A cidade reconhece que uma parcela significativa de suas emissões de GEE vem do consumo fora dos limites da cidade, destacando a importância de uma economia circular.

- Transporte público: Zurique investe e promove o uso do transporte público, oferecendo uma rede ampla e eficiente.

- Infraestrutura para ciclismo: A cidade tem extensas ciclovias e serviços de aluguel, incentivando o ciclismo como um meio de transporte sustentável.

- "30 Zonas": Zurique implementou limites de velocidade de 30 km/h em vários bairros, com planos de estender isso para toda a rede rodoviária até 2030, melhorando o fluxo do tráfego, a segurança e reduzindo a poluição sonora.

- Destino Sustentável: Zurique é reconhecida como um destino turístico sustentável, com iniciativas para minimizar os impactos negativos do turismo e aumentar seus impactos positivos.
- Eventos Sustentáveis: A cidade apoia eventos sustentáveis, oferecendo recursos e orientação aos organizadores.
- Certificação EarthCheck: Zurique recebeu a certificação EarthCheck Sustainable Destinations, reconhecendo seu comprometimento com o turismo sustentável.
- Programas Sociais Sustentáveis: A cidade fornece recursos e suporte para programas sociais sustentáveis, incluindo gincanas sobre o tema sustentabilidade.

Essas iniciativas reforçam que o desempenho de Zurique não resulta de ações isoladas, mas sim de uma estratégia integrada envolvendo mobilidade, energia, resíduos e engajamento social.

4.2.2 Cities in Motion Index (CIMI) – Reykjavik (Islândia)

A capital islandesa continua liderando nesta categoria, seguida por Oslo e Copenhague. Essa cidade se destaca pelas baixas emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa), como metano e dióxido de carbono, e também pelos baixos níveis de poluição. Sua liderança consiste no fato de toda população têm acesso a água potável e está bem classificada devido aos recursos hídricos renováveis. No escopo geral do índice essa cidade está na posição 23º (IESE, 2024). Em relação as atividades aplicadas no eixo do meio ambiente (EEA, 2015; ENERGIA QUE INOVA, 2023; GREENPLAY, 2024):

- Energia Geotérmica: Reykjavik utiliza energia geotérmica para aquecer casas, edifícios e até ruas, aproveitando os recursos naturais da região de forma limpa e sustentável. Este sistema de aquecimento geotérmico é um dos mais avançados do mundo.
- Transporte Público e Bicicletas: A cidade investe em transporte público eficiente e acessível, incentivando o uso de ônibus e bicicletas, o que contribui para a redução do congestionamento e da poluição do ar.
- Coleta Seletiva e Reciclagem: A coleta seletiva é obrigatória e a reciclagem é uma prática comum entre os moradores, contribuindo para a redução de resíduos.
- Preservação da Natureza: Reykjavik possui diversas áreas verdes e parques que são valorizados pela população para o lazer e atividades ao ar livre, além de projetos de conservação e educação ambiental.
- Outras Fontes Renováveis: A cidade também investe em energia hidrelétrica e outros projetos renováveis, buscando diversificar a matriz energética e reduzir a pegada de carbono.

O destaque de Reykjavik está na utilização exemplar de fontes renováveis, especialmente a energia geotérmica, considerada uma das mais avançadas do mundo.

4.2.3 Connected Smart Cities (CSC) – Balneário Camboriú (Santa Catarina)

A cidade de Balneário Camboriú (Santa Catarina), é um dos principais destinos turísticos do sul do Brasil, possui uma população estimada pelo IBGE (2019), de 142.295 mil habitantes, uma área territorial de 46,4 km². Alguns dados de destaque dessa cidade é que 100% da população tem acesso a água potável e tratamento de esgoto, além da coleta de resíduos (CSC, 2024).

Entre as ações que a cidade realiza na área de meio ambiente (CÂMARA DE BC, 2016; CÂMARA DE BC, 2000; ÁGUA E SANEAMENTO, 2022; USE LINUS, 2024; SEMAE SC, 2025; EMASA, 2025):

- Mutirões de Limpeza: Realização de limpezas em praias, parques e áreas protegidas, envolvendo a comunidade.

- Ações de Conscientização: Campanhas e atividades para conscientizar sobre a importância da preservação ambiental, com foco em condomínios, empresas, escolas e bairros.
- Plantio de Árvores: Ações de reflorestamento e plantio de espécies nativas.
- Programa Bandeira Azul: Implementação deste programa para gestão costeira e certificação turística das praias, promovendo a sustentabilidade e a preservação da qualidade ambiental.
- Educação Ambiental: Programas como o "Jogue Limpo com o Meio Ambiente" que visam engajar a população e promover mudanças de comportamento em relação ao lixo.
- Áreas de Proteção Ambiental: Criação e preservação de áreas como APPs (Áreas de Proteção Permanente) de restinga, manguezais e áreas de recursos hídricos.
- Planejamento Territorial: Definição de padrões urbanísticos que consideram a paisagem e a preservação ambiental.
- Conselho Municipal do Meio Ambiente: Organização que orienta e disciplina a preservação e conservação do meio ambiente.
- Parques e Lazer: O Parque Unipraias oferece opções de lazer e contato com a natureza.
- Turismo Ecológico: Foco em atividades que valorizam a natureza e a cultura local, como aventura, naturismo e atividades subaquáticas.
- Coleta e Tratamento de Esgoto: Balneário Camboriú tem 100% de coleta e tratamento de esgoto. A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) está localizada no Bairro Nova Esperança.
- Abastecimento de Água: A maioria da população (92,15%) recebe água potável por rede geral de distribuição. No entanto, alguns habitantes ainda se abastecem com outros métodos.

Após este levantamento é possível verificar que todas as ações que as cidades realizam são interligadas com os objetivos de sustentabilidade e outros objetivos como desenvolvimento nas áreas de urbanismo, transporte, educação, além de metas de redução de gases do efeito estufa. Assim as cidades que tem uma pontuação maior neste pilar elas trabalham de forma unificada em todas as áreas.

As ações mostram forte integração entre saneamento básico, turismo sustentável e participação comunitária, diferenciais que explicam seu desempenho no ranking nacional.

5. Conclusões

A partir da análise realizada, conclui-se que os rankings de Cidades Inteligentes, embora utilizem métricas distintas e enfoques variados, tratam a dimensão ambiental como um componente essencial e transversal. Observa-se que as ações sustentáveis não são consideradas de forma isolada, mas estão integradas a outros eixos — como mobilidade, governança e tecnologia —, reforçando a ideia de que a efetividade dos resultados depende da articulação entre múltiplos fatores.

A comparação entre Zurique, Reykjavík e Balneário Camboriú evidenciou diferentes estágios de maturidade no que se refere à governança digital, à sustentabilidade ambiental e à incorporação da inovação nas políticas urbanas. Enquanto Zurique e Reykjavík demonstram avanços expressivos em soluções de grande escala, como metas de neutralidade de carbono e uso intensivo de energias renováveis, Balneário Camboriú se destaca por iniciativas voltadas ao saneamento e ao turismo sustentável. Esses exemplos oferecem subsídios relevantes para a formulação de políticas públicas adaptadas à realidade local de outros municípios, promovendo um intercâmbio de boas práticas.

Cada cidade estudada revela formas distintas de integrar seus recursos naturais à dinâmica urbana. Reykjavík, por exemplo, utiliza de forma exemplar a energia geotérmica como

estratégia sustentável. Já Zurique e Balneário Camboriú apresentam abordagens que articulam desenvolvimento urbano e sustentabilidade com foco na gestão do turismo e em ações que minimizam seus impactos ambientais.

Compreender os critérios e metodologias adotadas pelos rankings permite aos gestores públicos e pesquisadores desenvolverem estratégias mais eficazes de benchmarking entre municípios, com foco em práticas que melhorem os indicadores ambientais e, consequentemente, a qualidade de vida da população.

5.1 Limitações e sugestões para pesquisas futuras

Este estudo, embora tenha contribuído para o entendimento das métricas ambientais em rankings de cidades inteligentes, apresenta limitações. A análise concentrou-se em um número restrito de cidades e de índices internacionais, o que pode não refletir plenamente a diversidade de realidades urbanas, especialmente em países em desenvolvimento. Além disso, a pesquisa se baseou majoritariamente em fontes documentais e secundárias, não incorporando dados primários ou percepções de gestores públicos e moradores locais, o que poderia enriquecer a compreensão dos impactos das ações adotadas.

Para trabalhos futuros, recomenda-se ampliar o número de cidades analisadas, incluindo municípios de diferentes portes e contextos socioeconômicos, bem como explorar outros pilares dos rankings, como o social e o econômico, de forma integrada. Também seria relevante realizar estudos de caso com abordagem empírica, a partir de entrevistas, observações em campo e aplicação de indicadores locais, visando compreender as condições institucionais, políticas e culturais que favorecem — ou dificultam — a implementação de ações ambientalmente sustentáveis nas cidades.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), e também da Unidade de Investigação em Governança, Competitividade e Políticas Públicas (GOVCOPP), Universidade de Aveiro, Portugal, financiada por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia.

Referências

ÁGUA & SANEAMENTO BRASIL. **Municípios e saneamento: SC – Camboriú**. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/sc/camboriu>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [s.d.]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 maio 2025.

BOUYGUES CONSTRUCTION. **Zurich Mobilité Durable**. Disponível em: <<https://www.bouygues-construction.com/blog/en/zurich-mobilite-durable/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CÂMARA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ. **Projeto de Lei Complementar nº 5966/2016**. Disponível em: <<https://www.balneariocamboriu.sc.leg.br/proposicoes/Projetos-de-Leis-Complementares/2016/1/0/5966>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CÂMARA MUNICIPAL DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ. **Relatório JC3GD4MG**. Disponível em: <https://www.bc.sc.gov.br/arquivos/conteudo_downloads/JC3GD4MG.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CBCI. **Conselho Brasileiro de Cidades Inteligentes**. Carta Brasileira para Cidades Inteligentes: Consulta Pública. Brasília, 19 out. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/desenvolvimento-urbano-e-metropolitano/projeto-andus/carta-brasileira-para-cidades-inteligentes>>. Acesso em 20 de julho de 2025.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 295–316.

CIRCULAR CITIES DECLARATION. **Cities: Zurich**. Disponível em: <<https://circularcitiesdeclaration.eu/cities/zurich>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

CRESWELL, John W. *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

CSC. CONNECTED SMART CITIES INSTITUTE. Relatório Ranking Connected Smart Cities – Edição 2024. São Paulo: Connected Smart Cities Institute, 2024. PDF. Disponível em:< <https://ranking.connectedsmartcities.com.br/>>. Acesso em 28 maio 2025.

CUNHA, M. A.; PRZEYBILOVICZ, E.; MACAYA, J. F. M.; BURGOS, F. **Smart cities: transformação digital de cidades**. [s.l.: s.n.]v. 44161 p. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/299569472_Smart_cities_transformacao_digital_de_cidades>. Acesso em 28 maio 2025.

EARTHCHECK. **Zurich Achieves EarthCheck Sustainable Destinations Certification**. Disponível em: <<https://earthcheck.org/news/zurich-achieves-earthcheck-sustainable-destinations-certification/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

EEA. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY – **Iceland**. In: State of the environment – SOER 2015. 2015. Disponível em: <<https://www.eea.europa.eu/soer/2015/countries/iceland>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

EMASA – EMPRESA MUNICIPAL DE SANEAMENTO. **Tratamento de esgoto**. Disponível em: <<https://antigo.emasa.com.br/tratamento-de-esgoto/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

ENERGIA QUE INOVA. A Islândia e o país com menores índices de emissão de CO₂ do mundo. Disponível em: <<https://energiaqueinova.com/publicacoes/a-islandia-e-o-pais-com-menores-indices-de-emissao-de-co2-do-mundo/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

FUTURE HUBS. **Zurich: a Global Hub of Culture, Innovation and Quality of Life**. Disponível em: <<https://futurehubs.eu/zurich-a-global-hub-of-culture-innovation-and-quality-of-life/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

GDS EARTH. **Destination Zurich 2021**. Disponível em: <<https://www.gds.earth/destination/Zurich/2021/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GREENPLAY. **Reykjavík: um oásis de sustentabilidade no Círculo Polar Ártico**. 2024. Disponível em: <<https://greenplay.com.br/2024/09/reykjavik-um-oasis-de-sustentabilidade-no-circulo-polar-artico/>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Balneário Camboriú**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/balneario-camboriu.html>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

IESE. IESE BUSINESS SCHOOL. **IESE Cities in Motion Index 2024** – ST-0649-E. Barcelona: IESE, 2024. PDF. Disponível em: <<https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0649-E.pdf>> Acesso em 28 maio 2025.

IMD World Competitiveness Center. **IMD Smart City Index 2024**. Lausanne: IMD, 2024. PDF. Disponível em: <<https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/rankings/wcr-rankings/>> Acesso em 28 maio 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. *ISO 37101: Sustainable development in communities — Management system for sustainable development — Requirements with guidance for use*. Geneva, 2016. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/61885.html>. Acesso em: 25 jul. 2025.

ISO. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. *ISO 37101:2016 – Sustainable development in communities: Management systems – Requirements with guidance for use*. Geneva: ISO, 2016. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/61885.html>>. Acesso em 28 maio 2025.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de metodologia científica*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LOMBARDI, P., Giordano, S., Farouh, H., Yousef, W. (2012) **Modelling the smart city performance**, Innovation: The European Journal of Social Science Research, Vol. 25, No. 2, pp. 137-149.

LOPES, Daniel; LEITE, Vittorio. **Cidades inteligentes: conceitos e aplicações**. Brasília: Escola Nacional de Administração Pública (Enap), Diretoria de Altos Estudos – EvEx, 2021. Disponível em: <https://repositorio.enap.gov.br/jspui/handle/1/7001>. Acesso em: 28 maio 2025.

NEGRÃO, Mariana. **O que são ODS e o que eles têm a ver com impacto social**. IDIS – Instituto para o Desenvolvimento do Investimento Social, 30 jan. 2023. Disponível em: <https://www.idis.org.br/o-que-sao-ods-e-o-que-eles-tem-a-ver-com-impacto-social/>. Acesso em: 28 maio 2025.

REZENDE, Danilo de; ROSA, Daniel da Silva. **Cidades Inteligentes: perspectivas e desafios para o Brasil**. Brasília: Ipea, 2021. (Texto para Discussão, n. 2702). Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70317/000070317.pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.

SEMAE SC. **Educação Ambiental: Praia Central de Balneário Camboriú recebe ação de combate ao lixo nos oceanos**. Disponível em: <<https://www.semae.sc.gov.br/educacao-ambiental-praia-central-de-balneario-camboriu-recebe-acao-de-combate-ao-lixo-nos-oceanos>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

THRED. **How Zurich Is Paving the Way to a Sustainable Future**. Disponível em: <<https://thred.com/change/how-zurich-is-paving-the-way-to-a-sustainable-future>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

USE LINUS. **Semana do Meio Ambiente: descubra sua importância**. Disponível em: <<https://uselinus.com.br/blogs/li-na-linus/semana-do-meio-ambiente-descubra-sua-importancia>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

ZURICH. About us: Sustainability. Disponível em: <<https://www.zurich.ch/en/about-us/sustainability>>. Acesso em: 20 jul. 2025.

ZURICH TOURISM. **Sustainability Strategy**. Disponível em: <<https://www.zuerich.com/en/business/about-zurich-tourism/corporate-strategy/sustainability-strategy>>. Acesso em: 20 jul. 2025.