EVENTO ON-LINE
III CIGELUBRA
Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Uma Visão Geral Comparativa das Normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124 para Cidades Inteligentes: Integração da Governança e Aplicações no Mundo Real

Regina Negri Pagani
Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Leandro Teófilo Pinto dos Reis
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR); Campus Paraíso do Tocantins – IFTO
Jaqueline Fonseca Rodrigues
Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Beatryz de Almeida Alcântara
Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
André Luiz Przybysz
Departamento de Engenharia de Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Resumo: Cidades em todo o mundo enfrentam pressões crescentes para aprimorar a sustentabilidade, o desempenho dos serviços, a transformação digital e a resiliência diante da rápida urbanização e de riscos sistêmicos. Nesse contexto, normas internacionais têm se consolidado como instrumentos de apoio à governança urbana baseada em evidências e à comparação entre cidades. Entre elas, a série ISO 3712x — composta pela ISO 37120, voltada aos serviços urbanos e à qualidade de vida; ISO 37122, às cidades inteligentes; ISO 37123, às cidades resilientes; e ISO 37124, à integração dessas normas — oferece uma estrutura abrangente para mensurar e orientar o desenvolvimento urbano. Este artigo apresenta uma análise comparativa dessas quatro normas, examinando seus papéis, complementaridades e lógica de integração. Com base em revisão estruturada da literatura acadêmica, documentação oficial da ISO e fontes secundárias de iniciativas internacionais de comparação urbana, identifica-se como essas normas formam uma arquitetura integrada de governança para desempenho urbano, transformação inteligente e resiliência. Casos ilustrativos de cidades em diferentes contextos são utilizados para demonstrar possíveis trajetórias de implementação. Os resultados indicam que a ISO 37120 estabelece a base de desempenho urbano, a ISO 37122 orienta a transformação inteligente e digital, a ISO 37123 fortalece capacidades de adaptação e resiliência e a ISO 37124 fornece diretrizes para sua implementação coordenada. O estudo contribui ao conceituar a série ISO 3712x como um conjunto integrado de instrumentos de governança urbana sustentável e resiliente.

Palavras-chave: Governança Urbana, Normas ISO 3712x, Cidades Inteligentes e Resilientes.

A Comparative Overview of ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123, and ISO 37124 Standards for Smart Cities: Integrating Governance and Real-World Applications

Abstract: Cities around the world are facing increasing pressure to improve sustainability, service delivery, digital transformation and resilience in the face of rapid urbanisation and systemic risks. In this context, international standards have established themselves as tools to support evidence-

based urban governance and benchmarking between cities. Among these, the ISO 3712x series — comprising ISO 37120, which focuses on urban services and quality of life; ISO 37122, on smart cities; ISO 37123, on resilient cities; and ISO 37124, on the integration of these standards — provides a comprehensive framework for measuring and guiding urban development. This article presents a comparative analysis of these four standards, examining their roles, complementarities and logic of integration. Based on a structured review of the academic literature, official ISO documentation and secondary sources from international urban benchmarking initiatives, the study identifies how these standards form an integrated governance architecture for urban performance, smart transformation and resilience. Illustrative cases of cities in different contexts are used to demonstrate possible implementation pathways. The results indicate that ISO 37120 lays the foundation for urban performance, ISO 37122 guides smart and digital transformation, ISO 37123 strengthens adaptation capacities and resilience, and ISO 37124 provides guidelines for their coordinated implementation. The study contributes by conceptualising the ISO 3712x series as an integrated set of tools for sustainable and resilient urban governance.

Keywords: Urban Governance, ISO 3712x Standards, Smart and Resilient Cities.

1. Introdução

A urbanização apresenta desafios e oportunidades significativos para as cidades em todo o mundo. O rápido crescimento demográfico, as mudanças climáticas, as pressões sobre a infraestrutura e a transformação tecnológica exigem que as cidades adotem abordagens mais sistemáticas, baseadas em dados e integradas para a governança urbana. Nesse contexto, os padrões e referências internacionais tornaram-se ferramentas cada vez mais importantes para promover a comparabilidade, o monitoramento do desempenho e o planejamento estratégico.

Organização Internacional de Normalização (ISO) desenvolveu um conjunto de normas especificamente concebidas para cidades, incluindo as normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124. Em conjunto, estas normas visam apoiar as cidades na avaliação dos serviços urbanos e da qualidade de vida, no avanço da transformação para cidades inteligentes, no fortalecimento da resiliência e na coordenação da implementação de múltiplas normas. Estas estruturas são cada vez mais referenciadas em rankings globais de cidades e em iniciativas de benchmarking, como o Índice de Cidades Inteligentes do IMD, o Índice Global de Cidades e redes urbanas orientadas para a resiliência.

Embora estudos anteriores tenham examinado padrões individuais ou combinações selecionadas, poucas pesquisas compararam sistematicamente os quatro padrões como uma estrutura de governança integrada. Este artigo aborda essa lacuna analisando suas semelhanças, diferenças e complementaridades, com atenção especial à forma como podem ser combinados para apoiar o desenvolvimento urbano sustentável, inteligente e resiliente.

O objetivo deste estudo é (i) fornecer uma visão geral comparativa das quatro normas ISO, (ii) analisar seus papéis funcionais e lógica de integração e (iii) ilustrar caminhos típicos de implementação e alinhamento usando exemplos reais de cidades. O artigo destina-se tanto a públicos acadêmicos quanto a profissionais da área, com foco na governança e nas implicações estratégicas para as cidades.

2. Contexto conceitual: Governança urbana, desempenho e integração

A governança urbana contemporânea enfatiza cada vez mais abordagens integradas e multidimensionais para a gestão de sistemas urbanos complexos. As cidades não são mais governadas por meio de políticas setoriais isoladas, mas por sistemas sociotécnicos interdependentes nos quais infraestrutura, serviços sociais, gestão ambiental, desenvolvimento econômico e plataformas digitais interagem dinamicamente. O pensamento sistêmico destaca essas interdependências e ressalta a necessidade de

tomada de decisão coordenada entre domínios políticos e fronteiras institucionais (Hölscher *et al.*, 2018).

Nessa perspectiva, a governança urbana é entendida não apenas como o exercício formal da autoridade, mas também como um processo moldado por arranjos institucionais, infraestruturas de dados, engajamento das partes interessadas e mecanismos de aprendizagem. A teoria da governança urbana enfatiza que a capacidade das cidades de se adaptarem a desafios de longo prazo, como mudanças climáticas, pressões demográficas e transformação tecnológica, depende de sua capacidade de integrar informações, alinhar atores e institucionalizar ciclos de feedback que apoiem a melhoria contínua e a capacidade de adaptação (Monfaredzadeh; Berardi, 2015).

A medição de desempenho e a avaliação comparativa desempenham um papel central nessa arquitetura de governança. Em vez de funcionarem como instrumentos técnicos neutros, os indicadores moldam a forma como os problemas urbanos são definidos, quais prioridades políticas são elevadas e como os recursos são alocados. Os sistemas de avaliação comparativa influenciam a aprendizagem institucional, permitindo que as cidades comparem o desempenho, identifiquem as melhores práticas e legitimem as reformas políticas por meio da referência a métricas padronizadas (Hajduk; Jelonek, 2021). Nesse sentido, as estruturas de indicadores atuam como ferramentas de governança que mediam entre a medição técnica e a tomada de decisões estratégicas.

Os paradigmas de cidades inteligentes e resiliência ampliam ainda mais essa lógica, incorporando a transformação digital, a capacidade de inovação e a gestão sistêmica de riscos na governança urbana. As estruturas de cidades inteligentes enfatizam o papel das TIC, da análise de dados e das plataformas digitais para permitir uma gestão urbana mais responsiva, eficiente e participativa (Moustaka *et al.,* 2021). Ao mesmo tempo, as abordagens orientadas para a resiliência destacam a importância da preparação, da robustez, da recuperação e da capacidade de adaptação diante de choques e tensões de longo prazo, reformulando a sustentabilidade urbana como um processo dinâmico e sensível à incerteza (Pan *et al.,* 2022).

Nesse cenário teórico em constante evolução, as normas internacionais e os sistemas de indicadores tornaram-se instrumentos essenciais da governança urbana. Eles fornecem não apenas ferramentas técnicas de medição, mas também estruturas de referência compartilhadas que estruturam a forma como as cidades concebem desempenho, inovação e resiliência. A série ISO 3712x reflete esses paradigmas de governança ao incorporar a medição de desempenho, a viabilização de cidades inteligentes e a avaliação da resiliência em arquiteturas de indicadores padronizadas e reconhecidas internacionalmente.

Em vez de funcionarem como normas técnicas isoladas, as normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124 representam coletivamente uma estrutura de governança modular. Essa estrutura suporta diferentes funções de governança, avaliação de desempenho de referência, transformação digital e inteligente, resiliência e capacidade adaptativa, e integração estratégica, permitindo que as cidades adaptem os caminhos de implementação à sua capacidade institucional, estágio de desenvolvimento e prioridades estratégicas. Nesse sentido, a série ISO 3712x pode ser entendida não apenas como um conjunto de instrumentos de medição, mas como uma arquitetura de governança em camadas que operacionaliza a gestão urbana integrada na prática.

A próxima seção explica como o material e os métodos foram selecionados para este estudo exploratório.

3. Metodologia de pesquisa

Este estudo adota uma abordagem de pesquisa qualitativa e exploratória baseada em três componentes complementares: (i) uma revisão estruturada da literatura acadêmica, (ii)

análise documental de normas ISO oficiais e (iii) análise comparativa de estruturas, apoiada por material de estudo de caso secundário. Foi realizada uma busca estruturada no *Scopus* usando esta combinação (ISO 37120) *and* (ISO 37122) *and* (ISO 37123) em títulos, resumos e palavras-chave (TAK) sem restrição temporal, considerando artigos revisados por pares, publicados em qualquer idioma.

A busca retornou 13 artigos, que foram utilizados na revisão. Em paralelo, as normas oficiais ISO foram analisadas para extrair informações sobre objetivos, domínios de indicadores, escopo e aplicações pretendidas (Organização Internacional de Normalização, 2018), (Organização Internacional de Normalização, 2019), (Organização Internacional de Normalização, 2019), (Organização Internacional de Normalização, 2024). Esses documentos constituem fontes primárias para a compreensão da lógica de projeto e das interrelações entre as normas.

A análise comparativa, utilizando a estratégia de análise de conteúdo, centra-se em quatro dimensões analíticas: (i) função de governança, (ii) requisitos de dados e institucionais, (iii) orientação temporal (desempenho a curto prazo versus capacidade a longo prazo) e (iv) complexidade de implementação. Fontes secundárias de sistemas de *benchmarking* globais e organizações internacionais, incluindo o Índice de Cidades Inteligentes do IMD, relatórios das Nações Unidas e redes focadas em resiliência, foram usadas para identificar padrões ilustrativos de adoção e alinhamento (Centro de Competitividade Mundial do IMD, 2023), (Rede de Cidades Resilientes, 2022), (Nações Unidas, 2020), (Serey; Quezada, 2020), (Stefani *et al.,* 2024).

O material dos casos é apresentado de forma ilustrativa, e não exaustiva, com o objetivo de destacar os caminhos típicos de implementação, em vez de documentar o status formal de certificação para cada cidade.

4. Análise comparativa da série ISO 3712x

4.1. Resultados

4.1.1. ISO 37120: Desempenho Urbano Básico

A ISO 37120 é a norma fundamental da série, focando-se em indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida. A sua principal função de governança é estabelecer uma base de desempenho padronizada em domínios urbanos chave, incluindo saúde, educação, transportes, energia, água, segurança e governança (Organização Internacional de Normalização, 2018). A principal vantagem da ISO 37120 reside na sua capacidade de apoiar a comparabilidade internacional e a gestão urbana baseada em evidências (Stefani *et al*., 2024). Ao padronizar indicadores relacionados com serviços, permite que as cidades comparem o desempenho, identifiquem lacunas e monitorem o progresso ao longo do tempo. No entanto, a sua estrutura orientada para serviços pode não representar adequadamente as capacidades de governança dinâmica, os sistemas de inovação e as capacidades adaptativas, que são cada vez mais centrais para as agendas de cidades inteligentes e resilientes (Hölscher *et al*., 2018).

4.1.2. ISO 37122: Habilitação de Cidades Inteligentes

A ISO 37122 baseia-se na ISO 37120, introduzindo indicadores relacionados com infraestruturas digitais, governança de dados, serviços habilitados por tecnologia e gestão urbana orientada para a inovação (Organização Internacional de Normalização, 2019). Sua principal unção é operacionalizar o conceito de cidade inteligente através de atributos tecnológicos e institucionais mensuráveis.

Este padrão auxilia as cidades na avaliação da maturidade digital e na integração das TIC nos serviços urbanos e nos processos de governança (Daineko, 2023; Centro de Competitividade Mundial do IMD, 2023). No entanto, sua dependência de sistemas de

dados avançados e infraestrutura digital pode favorecer cidades com maior capacidade institucional e financeira, potencialmente limitando sua aplicabilidade em contextos com recursos limitados (Serey; Quezada, 2020; Moustaka *et al.,* 2021).

4.1.3. ISO 37123: Resiliência Urbana e Capacidade de Adaptação

A ISO 37123 introduz indicadores relacionados com a resiliência, com foco na preparação, robustez, recuperação e capacidade adaptativa em múltiplos domínios de risco (Organização Internacional de Normalização, 2019). A sua função de governança é incorporar a gestão de risco a longo prazo e as capacidades de resposta a choques na avaliação do desempenho urbano (Poveda, 2023), (Pan *et al.,* 2022). Ao abordar explicitamente os riscos e incertezas sistémicos, a ISO 37123 complementa as normas de desempenho e de cidades inteligentes.

No entanto, a sua implementação requer muitas vezes uma coordenação intersetorial complexa, horizontes de planejamento longos e sistemas de dados integrados, o que pode representar desafios para cidades com capacidade institucional limitada (Hölscher *et al.,* 2018). Uma análise dos artigos com as relações encontradas nas ISO foram definidas e mostradas por meio da Tabela 1.

Tabela 1 – Relações da literatura com as ISO

Cluster relacionado à ISO 3712X	Foco principal	Artigos	Relação com a ISO 3712X
Governança de Cidades Inteligentes e Indicadores de Desempenho Urbano	Governança, avaliação comparativa, desempenho urbano, qualidade de vida, ecossistemas de inovação e certificação de cidades inteligentes.	(Poveda, 2022); (Avelar e Trefiglio, 2025); (Paiva *et al*., 2025)	Fortemente associado às normas ISO 37120 e ISO 37122 por meio de benchmarking urbano, indicadores de governança, processos de certificação e avaliação da qualidade de vida.
Resiliência urbana e gestão de riscos	Resiliência urbana, preparação para desastres, riscos sistêmicos, resiliência sísmica e governança resiliente.	(Bernyukevich *et al*., 2020); (Freintas *et al*., 2023); (Pan *et al*., 2022); (Vakula *et al*., 2025)	Estreitamente relacionado à ISO 37123 por meio da avaliação da resiliência, tipologias de risco, capacidade de recuperação urbana e estruturas de resiliência orientadas para a sustentabilidade.
Sustentabilidade urbana e normas ambientais	Desenvolvimento urbano sustentável, normas ambientais, mobilidade, transporte e governança ecológica.	Questões ambientais em normas para o desenvolvimento urbano sustentável; Normas ISO para Planejamento Urbano e Transporte em Futuras Cidades Sustentáveis de Médio Porte	Relacionado principalmente às normas ISO 37120 e ISO 37123 por meio das dimensões de planejamento sustentável, desempenho ambiental e mobilidade urbana.
Dados urbanos, interoperabilidade e infraestrutura inteligente	Dados governamentais abertos, interoperabilidade, integração de dados urbanos, crowdsourcing, infraestrutura digital e arquiteturas de cidades inteligentes.	(Moustaka *et al*., 2025); (Takiya *et al*., 2022); (Viloria-Núñez *et al*., 2016)	Fortemente conectado às normas ISO 37124 e ISO 37122 por meio da interoperabilidade de dados, integração de TIC e infraestrutura digital urbana.

Tabela 1 – Relações da literatura com as ISO (Continuação)

Serviços e estruturas operacionais de cidades inteligentes	Serviços urbanos, modelos operacionais, estruturas metodológicas e maturidade digital na implementação de cidades inteligentes.	(Serey *et al*., 2025); (Omol *et al*., 2022)	Relacionado principalmente à norma ISO 37122 por meio da otimização de serviços, recursos de governança inteligente, avaliação da maturidade digital e estruturas de implementação para sistemas urbanos inteligentes.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4.1.4. ISO 37124: Orientações para Integração e Implementação

A ISO 37124 difere das outras normas por não introduzir um conjunto de indicadores independente. Em vez disso, fornece orientações sobre o uso coordenado e a integração das ISO 37120, ISO 37122 e ISO 37123 (Organização Internacional de Normalização, 2024). Sua principal função de governança é apoiar o sequenciamento, a coerência metodológica e o alinhamento estratégico entre as dimensões de desempenho, cidade inteligente e resiliência. A ISO 37124 desempenha, portanto, um papel de metagovernança, facilitando a implementação integrada e reduzindo a fragmentação. No entanto, sua eficácia depende da maturidade da governança e da capacidade institucional, uma vez que pressupõe que as cidades possam gerenciar a coordenação de múltiplas normas e interpretar as orientações de forma flexível dentro dos contextos locais (Poveda, 2023).

4.2. Discussões à luz de estudos de caso

Em conjunto, a série ISO 3712x forma uma estrutura de governança em camadas. A Figura 1 ilustra a lógica de governança integrada da série ISO 3712x como uma estrutura em camadas.

Figura 1 - Lógica de governança integrada da série ISO 3712x.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A ISO 37120 estabelece uma base para o desempenho dos serviços urbanos e a qualidade de vida, sobre a qual a ISO 37122 apoia a transformação digital e das cidades inteligentes. A ISO 37123 amplia essa arquitetura, fortalecendo a resiliência e a capacidade de adaptação a longo prazo. A ISO 37124 fornece orientações abrangentes para coordenar e integrar essas normas em uma abordagem de governança coerente. Juntas, as normas formam um conjunto de ferramentas modulares que podem ser adaptadas a diferentes estágios de desenvolvimento e capacidades de governança (Acharya; Roy, 2022) e (Hajduk; Jelonek, 2021), embora também introduzam riscos relacionados à proliferação de indicadores e à sobrecarga institucional (Serey *et al.,* 2020), (Stefani *et al.,* 2024).

Esta estrutura em camadas oferece às cidades um conjunto de ferramentas modulares que podem ser adaptadas a diferentes estágios de desenvolvimento e capacidades de governança (Acharya; Roy, 2022) e (Hajduk; Jelonek, 2021). Ao mesmo tempo, introduz riscos potenciais, incluindo proliferação de indicadores, sobrecarga institucional e adoção desigual em sistemas urbanos heterogêneos (Serey *et al.,* 2020), (Stefani *et al*., 2024).

A análise do portfólio também revelou um número limitado de estudos empíricos que operacionalizam efetivamente a série ISO 3712X em contextos urbanos reais. Embora diversos estudos abordem cidades inteligentes, resiliência, governança, sustentabilidade e transformação digital, apenas uma pequena parcela integra explicitamente os indicadores urbanos da ISO em avaliações urbanas práticas, *benchmarking* ou estruturas de governança. Essa constatação reforça a natureza exploratória do presente estudo e destaca uma importante lacuna de pesquisa no que diz respeito à operacionalização integrada das normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124.

Para superar essa limitação e aprofundar a discussão analítica, foram selecionadas duas minianálises de casos ilustrativas do portfólio devido ao seu alinhamento empírico explícito com a série ISO 3712X. Os casos foram escolhidos por irem além de discussões conceituais e demonstrarem aplicações práticas de *benchmarking* urbano baseado em ISO, interoperabilidade e mecanismos de governança.

O primeiro e mais robusto exemplo empírico identificado no portfólio é o estudo de Takiya *et al*. (2022), intitulado "Aplicação de Dados Abertos do Governo a Indicadores de Cidades Sustentáveis: Um Estudo de Caso de Sustentabilidade em Megacidade". O estudo analisou a plataforma "ObservaSampa", um observatório urbano desenvolvido pela prefeitura de São Paulo, Brasil, e comparou 572 indicadores municipais com as prescrições estabelecidas pelas normas ISO 37120, ISO 37122 e ISO 37123. Os autores empregaram análise comparativa, análise de agrupamentos e análise de componentes principais (ACP) para avaliar o grau de conformidade entre os indicadores urbanos locais e as normas internacionais.

Os resultados demonstraram que apenas uma proporção relativamente pequena de indicadores municipais aderiu integralmente às normas ISO, revelando desafios significativos de interoperabilidade e padronização em grandes ecossistemas de dados urbanos. Segundo os autores, apenas 18 indicadores foram classificados como totalmente conformes, enquanto 41 foram considerados parcialmente conformes. O estudo ilustra, portanto, tanto o potencial quanto a complexidade da implementação de sistemas de avaliação comparativa urbana baseados em normas ISO em megacidades caracterizadas por heterogeneidade socioeconômica e estruturas de governança urbana fragmentadas. Além disso, o artigo reforça o papel dos dados governamentais abertos como um mecanismo facilitador para a governança baseada em evidências, a transparência e o monitoramento do desempenho urbano.

Este caso é particularmente relevante para a presente pesquisa porque demonstra empiricamente a operacionalização simultânea de múltiplas normas ISO em um ambiente urbano real. Ao contrário da maioria dos estudos no portfólio analisado, que tendem a

abordar dimensões isoladas como governança, resiliência ou sustentabilidade separadamente, o caso de São Paulo busca integrar diferentes dimensões normativas da família ISO 3712X em uma estrutura unificada de dados urbanos.

Um segundo caso ilustrativo relevante identificado no portfólio é o estudo de Moustaka *et al*. (2025), intitulado "Dinâmica de dados urbanos: uma estrutura de avaliação comparativa sistemática para integrar *crowdsourcing* e padronização de cidades inteligentes - Sustentabilidade". Este estudo propôs uma estrutura de avaliação comparativa concebida para integrar dados urbanos obtidos por *crowdsourcing* com mecanismos de padronização de cidades inteligentes, particularmente através da incorporação de indicadores da ISO 37120 na estrutura "*cityDNA*".

O estudo focou na interoperabilidade urbana, na governança baseada em KPIs e no perfilamento urbano digital, demonstrando como indicadores padronizados podem apoiar sistemas de governança urbana adaptativos. Os autores desenvolveram uma estrutura de prova de conceito capaz de integrar fluxos de dados urbanos, mecanismos de *benchmarking* e ferramentas de visualização baseadas na *web* para apoiar o perfilamento da cidade e os processos de tomada de decisão. É importante destacar que o estudo argumenta que dados urbanos obtidos por *crowdsourcing* podem complementar os indicadores oficiais da cidade e contribuir para sistemas de governança urbana mais dinâmicos e responsivos.

A relevância deste caso reside na sua contribuição para a dimensão operacional da avaliação comparativa urbana baseada na ISO. Enquanto o caso de São Paulo se concentra na conformidade dos indicadores e no alinhamento da governança, o estudo de Moustaka *et al*. avança a discussão em direção à interoperabilidade e à integração de dados urbanos, dimensões fortemente associadas à ISO 37124 e às arquiteturas de governança inteligente.

A análise comparativa desses dois casos reforça uma das principais conclusões deste estudo: apesar do crescente interesse acadêmico em cidades inteligentes e desenvolvimento urbano sustentável, a aplicação integrada da série ISO 3712X permanece limitada na literatura atual. A maioria dos estudos tende a se concentrar em dimensões isoladas da transformação urbana, como resiliência, governança, sustentabilidade ou maturidade digital, sem articular essas dimensões por meio de uma estrutura integrada baseada na ISO.

Por exemplo, estudos como "Gestão de riscos em cidades inteligentes: análise de influência usando DEMATEL" focam principalmente em riscos e resiliência urbana, enquanto "Indicadores de governança e inovação em cidades inteligentes: lições dos ecossistemas urbanos do Brasil" enfatiza a governança e os ecossistemas de inovação. Da mesma forma, "Questões ambientais em normas para o desenvolvimento urbano sustentável" aborda normas relacionadas à sustentabilidade, enquanto "Propostas metodológicas para o desenvolvimento de serviços em uma cidade inteligente: uma revisão da literatura" concentra-se no desenvolvimento de serviços para cidades inteligentes. No entanto, nenhum desses estudos parece integrar completamente governança, resiliência, sustentabilidade, interoperabilidade e inteligência urbana simultaneamente por meio da aplicação combinada das normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124.

Portanto, o portfólio sugere que a literatura ainda carece de modelos operacionais abrangentes capazes de integrar toda a família ISO 3712X em ecossistemas coerentes de governança urbana. Essa lacuna torna-se ainda mais evidente no contexto de países em desenvolvimento e sistemas urbanos emergentes, onde os desafios relacionados à interoperabilidade, fragmentação da governança, disponibilidade de dados e capacidade institucional permanecem particularmente significativos.

4.3. Implicações práticas e desafios de implementação

Para ilustrar ainda mais a aplicabilidade da estrutura proposta, a análise do portfólio identificou casos empíricos que demonstram diferentes níveis de integração da série ISO 3712X em distintos contextos urbanos. Esses casos revelam que os caminhos de implementação variam significativamente de acordo com a maturidade da governança, a capacidade de coordenação institucional, a infraestrutura digital e as condições socioeconômicas.

O caso de São Paulo, analisado por Takiya *et al*. (2022), ilustra os desafios enfrentados por grandes cidades de renda média ao alinhar indicadores urbanos locais com as normas ISO 37120, ISO 37122 e ISO 37123. Por meio da análise da plataforma "ObservaSampa", os autores demonstraram que, embora os dados governamentais abertos possam fortalecer a transparência urbana e a governança baseada em evidências, as limitações de interoperabilidade e as estruturas institucionais fragmentadas restringem o alinhamento completo com os padrões internacionais. O estudo, portanto, destaca a importância da adaptação local e de estratégias de implementação faseada em sistemas urbanos institucionalmente heterogêneos.

Uma perspectiva complementar é fornecida por Moustaka, V. *et al*. (2025), cujo *framework* de *benchmarking* "*cityDNA*" integrou dados urbanos coletados por *crowdsourcing* com indicadores da ISO 37120. O estudo demonstrou como mecanismos de interoperabilidade, plataformas urbanas digitais e sistemas de governança baseados em KPIs podem apoiar a gestão urbana adaptativa e os processos de *benchmarking*. O *framework* também ilustra a crescente relevância dos ecossistemas de dados urbanos e das arquiteturas de governança interoperáveis nos processos de implementação de cidades inteligentes.

Com base no portfólio analisado, a operacionalização da estrutura integrada proposta pode seguir três dimensões sequenciais. Primeiro, as cidades devem estabelecer ecossistemas de dados urbanos interoperáveis, capazes de integrar fontes de dados governamentais, infraestruturais e geradas pelos cidadãos (Moustaka *et al*., 2025; Takiya *et al*., 2022). Segundo, as estruturas de governança devem alinhar as prioridades urbanas estratégicas com indicadores padronizados associados às dimensões de sustentabilidade, resiliência e governança inteligente (Poveda, 2022; Avelar; Trefiglio, 2025). Terceiro, a implementação requer mecanismos de monitoramento contínuo capazes de apoiar a governança adaptativa e a avaliação comparativa urbana de longo prazo.

No entanto, a literatura também revela importantes barreiras à implementação. Estudos dentro do portfólio indicam que a fragmentação da governança, a infraestrutura digital desigual, as limitações financeiras, a descontinuidade política e a baixa interoperabilidade entre as agências municipais continuam sendo os principais obstáculos à adoção integrada da ISO (Freitas *et al*., 2023; Bernyukevich *et al*., 2020). Além disso, as cidades frequentemente priorizam dimensões isoladas do urbanismo inteligente, como a digitalização ou a resiliência, sem integrar simultaneamente governança, sustentabilidade e interoperabilidade.

Consequentemente, o portfólio sugere que o principal desafio não é meramente a existência de indicadores urbanos, mas a ausência de mecanismos de governança integrados capazes de operacionalizar as normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124 como um ecossistema coerente de transformação urbana em diferentes realidades socioeconômicas.

5. Conclusões

Este estudo sugere que a série ISO 3712X não deve ser interpretada meramente como um conjunto de indicadores isolados, mas sim como uma arquitetura de governança integrada capaz de conectar as dimensões de desempenho urbano, resiliência, sustentabilidade,

interoperabilidade e governança inteligente. Embora estudos anteriores frequentemente analisem esses temas separadamente (Poveda, 2022; Freitas *et al*., 2023; Moustaka *et al*., 2025), o portfólio analisado revelou evidências limitadas de aplicações operacionais totalmente integradas entre as normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124 simultaneamente.

A novidade deste estudo reside, portanto, na proposta da série ISO 3712X como uma estrutura de governança em camadas, em vez de um mecanismo exclusivo de avaliação comparativa. Em particular, a ISO 37124 surge como um mecanismo de coordenação capaz de reduzir a fragmentação entre os sistemas de governança, resiliência, sustentabilidade e dados urbanos.

Os minicasos empíricos reforçam essa interpretação. O caso "ObservaSampa" de São Paulo (Takiya *et al*., 2022) demonstrou alinhamento parcial entre indicadores municipais e prescrições da ISO, destacando desafios de interoperabilidade, fragmentação da governança e necessidades de adaptação local. De forma semelhante, a estrutura "*cityDNA*" proposta por Moustaka *et al*. (2025) ilustrou como o *benchmarking* urbano depende cada vez mais da integração de dados colaborativos, interoperabilidade e KPIs padronizados.

O estudo também identifica importantes barreiras à implementação. Embora cidades altamente coordenadas, como Singapura e Dubai, demonstrem maior capacidade de integração, sistemas urbanos de renda média, como São Paulo, enfrentam maior fragmentação institucional, infraestrutura digital desigual, descontinuidade política e restrições de recursos. Esses fatores frequentemente resultam em adoção parcial ou heterogênea de mecanismos de governança baseados em normas ISO.

De modo geral, a análise do portfólio indica que a literatura sobre cidades inteligentes ainda carece de modelos operacionais abrangentes capazes de integrar simultaneamente governança, resiliência, sustentabilidade, interoperabilidade e transformação digital por meio da estrutura ISO 3712X. Essa lacuna parece particularmente significativa em contextos urbanos em desenvolvimento e institucionalmente heterogêneos.

Este artigo contribui para a literatura sobre cidades inteligentes e sustentáveis, oferecendo uma análise comparativa integrada das normas ISO 37120, ISO 37122, ISO 37123 e ISO 37124. Enquanto estudos anteriores examinaram normas individuais ou combinações limitadas (Acharya; Roy, 2022), (Hajduk; Jelonek, 2021), (Stefani *et al*., 2024), este estudo concebe as quatro normas como uma estrutura de governança em camadas e interdependente.

Teoricamente, o artigo esclarece os papéis funcionais e as complementaridades entre a medição de desempenho, a viabilização de cidades inteligentes e o planejamento de resiliência dentro dos sistemas contemporâneos de governança urbana (Hölscher *et al*., 2018), (Monfaredzadeh e Berardi, 2015). Na prática, ele fornece aos formuladores de políticas e gestores urbanos uma perspectiva estruturada para apoiar as decisões de sequenciamento, priorização e integração ao adotar padrões urbanos internacionais. Para pesquisadores e profissionais, as conclusões reforçam a importância de encarar a série ISO 3712X não como ferramentas técnicas isoladas, mas como uma arquitetura de governança estratégica que pode apoiar caminhos de desenvolvimento urbano mais coerentes, orientados por dados e resilientes.

Referências

ACHARYA, S.; ROY, S. Indicadores de cidades inteligentes e governança urbana: uma perspectiva comparativa. **Cidades e Sociedade Sustentáveis**, v. 76, p. 103456, 2022.

BERNYUKEVICH, V. Resiliência urbana e governança resiliente em sistemas urbanos contemporâneos. 2020.

CENTRO DE COMPETITIVIDADE MUNDIAL DO IMD. **Índice de Cidades Inteligentes do IMD 2023**. Lausanne: IMD, 2023.

DAINEKO, Y. Transformação digital e desenvolvimento de cidades inteligentes: implicações de governança e desempenho. **Journal of Urban Technology**, v. 30, n. 2, p. 45–62, 2023.

FREITAS, A. *et al*. Gestão de riscos em cidades inteligentes: análise de influência usando DEMATEL. 2023.

HAJDUK, S.; JELONEK, D. Benchmarking urbano e medição do desempenho de cidades inteligentes. **Cities**, v. 108, p. 102988, 2021.

HÖLSCHER, K.; WITTMAYER, J. M.; LOORBACH, D. Transição versus transformação: uma perspectiva crítica sobre a governança da sustentabilidade urbana. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 27, p. 1–14, 2018.

MONFAREDZADEH, T.; BERARDI, U. A evolução das cidades inteligentes: uma revisão sistemática da literatura. **Cidades e Sociedade Sustentáveis**, v. 19, p. 154–164, 2015.

MOUSTAKA, V.; VAKALI, A.; ANTHOPOULOS, L. G.; KOURTIT, K.; NIJKAMP, P. Análise de dados de cidades inteligentes: uma revisão de estruturas de desempenho e governança. **Information Polity**, v. 26, n. 1, p. 3–18, 2021.

NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Mundial das Cidades 2020: O Valor da Urbanização Sustentável**. Nova Iorque: Nações Unidas, 2020.

OMOL, E. *et al*. Propostas metodológicas para o desenvolvimento de serviços em uma cidade inteligente: uma revisão da literatura. 2022.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO (ISO). **ISO 37120: Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida.** Genebra: ISO, 2018.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO (ISO). **ISO 37122: Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para cidades inteligentes.** Genebra: ISO, 2019.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO (ISO). **ISO 37123: Cidades e comunidades sustentáveis — Indicadores para cidades resilientes.** Genebra: ISO, 2019.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO (ISO). **ISO 37124: Cidades e comunidades sustentáveis — Orientações sobre a integração das normas ISO 37120, ISO 37122 e ISO 37123.** Genebra: ISO, 2024.

PAN, T.; ZUO, J.; SKITMORE, M.; GIBB, A. Medindo a resiliência urbana: uma revisão de indicadores e estruturas de avaliação. **Cidades e Sociedade Sustentáveis**, v. 76, p. 103371, 2022.

PAIVA, R. *et al*. Governança de cidades inteligentes e avaliação de desempenho urbano. 2025.

POVEDA, C. A. Medindo cidades sustentáveis e resilientes: uma revisão de estruturas e indicadores. **Desenvolvimento Sustentável**, v. 31, n. 2, p. 456–470, 2023.

REDE DE CIDADES RESILIENTES. **Estratégias de resiliência urbana e relatórios de implementação.** Nova Iorque: Rede de Cidades Resilientes, 2022.

SARAPKA, Elaine Maria. A Sobrevivência das Ruas de Comércio: identificando desafios e explorando possibilidades. 2025.

SEREY, J.; QUEZADA, L.; ESPINOSA, A. Indicadores de desempenho urbano e governança: uma perspectiva sistêmica. **Systemic Practice and Action Research**, v. 33, n. 4, p. 415–432, 2020.

STEFANI, F.; DA COSTA, E. M.; SILVA, M. F. Normas ISO e medição do desempenho urbano: evidências de cidades globais. **Cities**, v. 147, p. 104678, 2024.

TAKIYA, H., NEGREIROS, I., YAMAMURA, C. L. K., QUINTANILHA, J. A., MACHADO, C. A. S., ABIKO, A., ... & BERSSANETI, F. T.Application of Open Government Data to Sustainable City Indicators: A Sustainability Case Study of a Megacity. **Sustainability**, v. 14, n. 14, p. 8802, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/su14148802.

VAKULA, A. *et al*. Urban resilience, risk typologies and sustainability-oriented governance frameworks. 2025.

VILORIA-NÚÑEZ, C. *et al*. Urban interoperability and digital infrastructure in smart cities. 2016.