
Cidades Inteligentes: da Infraestrutura Conectada à Inteligência Territorial

IoT, inteligência artificial e governança urbana como caminho do desenvolvimento territorial

Nota preliminar: o conteúdo deste trabalho foi apresentado na Expo ENG&COM — 3ª Semana de Engenharia e Construção, promovida pela Associação Profissional dos Engenheiros e Arquitetos de Paranaíba (APEAP), e em webinars da Rede Cidade Digital (RCD). Este artigo é a versão ampliada das anteriores compartilhadas com participantes destes eventos.

Marcos Cordioli

Resumo

A cidade inteligente articula tecnologia, dados, inteligência, decisão e governança em uma estratégia de desenvolvimento territorial. Os modelos de cidade inteligente e as tecnologias de Internet das Coisas (IoT) associadas a eles formam a base descritiva da análise. O planejamento estratégico e a gestão estratégica sustentam a implantação gradual destas tecnologias, de modo a tornar as cidades inteligentes, sustentáveis, resilientes e criativas. O poder público dispõe de ferramentas concretas para viabilizar esta transformação, entre elas o diálogo competitivo previsto na Lei 14.133/2021, as parcerias público-privadas e as estratégias de captação de recursos. A transformação digital dos governos aparece como dimensão indissociável do conceito de cidade inteligente.

Palavras-chave: Cidades inteligentes. Internet das Coisas. Inteligência artificial. Planejamento estratégico. Transformação digital. Governança urbana. Desenvolvimento territorial.

Abstract

The smart city links technology, data, intelligence, decision-making and governance in a territorial development strategy. Smart city models and the associated Internet of Things (IoT) technologies form the descriptive basis of the analysis. Strategic planning and strategic management support the gradual implementation of these technologies, so that cities become smart, sustainable, resilient and creative. Public authorities have concrete tools to make this transformation possible, including the competitive dialogue provided for in Law No. 14,133/2021, public-private partnerships and fundraising strategies. The digital transformation of governments appears as an inseparable dimension of the smart city concept.

Keywords: Smart cities. Internet of Things. Artificial intelligence. Strategic planning. Digital transformation. Urban governance. Territorial development.

Introdução

A transformação das cidades deixou de ser apenas uma questão de expansão da infraestrutura física e passou a envolver a capacidade de produzir, integrar e utilizar informações para compreender o território e orientar decisões. A expansão das redes digitais, da Internet das Coisas (IoT), da inteligência artificial, do Big Data e dos sistemas de conectividade cria novas possibilidades para o planejamento urbano, a prestação de serviços públicos e a gestão dos recursos territoriais. Ao mesmo tempo, amplia a complexidade das decisões que precisam ser tomadas pelos governos diante de problemas relacionados à mobilidade, infraestrutura, segurança, meio ambiente, mudanças climáticas, desenvolvimento econômico e qualidade de vida.

Neste contexto, o conceito de cidade inteligente ganhou espaço no debate sobre desenvolvimento urbano. Entretanto, a expressão não deve ser compreendida apenas como referência à presença de sensores, câmeras, redes de comunicação ou plataformas digitais. A tecnologia constitui a infraestrutura de uma transformação mais ampla, cuja efetividade depende da capacidade de integrar dados, produzir conhecimento, apoiar decisões e organizar respostas coordenadas. A inteligência urbana, portanto, não está nos equipamentos isoladamente, mas na capacidade institucional de transformar informações produzidas pelo território em decisões capazes de melhorar a vida das pessoas.

Esta mudança desloca o foco da cidade conectada para a cidade capaz de aprender com os dados que produz. Sensores podem revelar condições ambientais, padrões de mobilidade e funcionamento de infraestruturas; plataformas podem integrar essas informações; algoritmos podem identificar padrões e antecipar situações; mas é a governança que transforma essas possibilidades tecnológicas em políticas públicas, investimentos e serviços. A cidade inteligente passa, assim, a ser compreendida como sistema integrado no qual tecnologia, dados, planejamento, gestão e participação social se articulam em torno de objetivos de desenvolvimento territorial.

A transformação digital também modifica o papel das prefeituras. A digitalização de processos administrativos, a interoperabilidade entre sistemas, a gestão baseada em dados e a oferta de serviços digitais constituem dimensões fundamentais da inteligência urbana. Não há, portanto, cidade inteligente sem capacidade de governo inteligente. A modernização tecnológica do território precisa ser acompanhada pela modernização das instituições responsáveis por planejá-lo, regulá-lo e administrá-lo.

Outro aspecto fundamental é que esta transformação não ocorre de forma automática nem pode ser realizada exclusivamente pela aquisição de tecnologias. Projetos de cidades inteligentes exigem planejamento estratégico, definição de prioridades, capacidade técnica, recursos financeiros, governança de dados, continuidade administrativa e modelos adequados de contratação e implementação. A experiência demonstra que equipamentos e plataformas podem perder rapidamente sua utilidade quando não existem recursos para manutenção, equipes qualificadas para operá-los ou políticas capazes de garantir continuidade para além dos ciclos eleitorais.

Este artigo parte, portanto, da compreensão de que a cidade inteligente deve ser tratada como estratégia de desenvolvimento territorial. A questão central não é simplesmente quais tecnologias uma cidade pode adquirir, mas como tecnologia, dados e inteligência podem ser organizados para ampliar a capacidade de planejamento, gestão e tomada de decisão do poder público. A transformação digital deixa de ser, assim, projeto exclusivamente tecnológico e passa a constituir processo de transformação institucional e territorial.

A análise está organizada em três partes. A primeira apresenta os principais conceitos associados às cidades inteligentes e examina as tecnologias que constituem sua infraestrutura, com destaque para Internet das Coisas, inteligência artificial, Big Data e sistemas digitais aplicados à gestão urbana. A segunda aborda o planejamento estratégico e a gestão da transformação urbana, discutindo a necessidade de implantação gradual, orientação por dados, visão plurianual e integração entre diferentes atores e políticas públicas. A terceira apresenta instrumentos jurídicos, financeiros e administrativos disponíveis ao poder público para viabilizar projetos de transformação digital, incluindo o diálogo competitivo, as parcerias público-privadas e mecanismos de captação de recursos.

A partir dessa abordagem, a cidade inteligente é compreendida menos como destino tecnológico e mais como processo permanente de aprendizagem territorial. Seu objetivo não é simplesmente conectar equipamentos, mas ampliar a capacidade da sociedade e do poder público de compreender a cidade, antecipar problemas, coordenar recursos e construir respostas para os desafios do desenvolvimento urbano. A passagem da infraestrutura conectada à inteligência territorial representa, nesse sentido, uma mudança de paradigma na forma de planejar, governar e transformar as cidades.

Parte I — Modelos de cidade inteligente e tecnologias IoT

1 | O que é uma cidade inteligente: modelos e conceitos fundamentais

O conceito de cidade inteligente não possui uma definição universalmente acordada na literatura científica ou nos documentos de política pública, o que reflete tanto a abrangência do fenômeno quanto a diversidade de perspectivas disciplinares que o abordam. Para os fins deste artigo, adota-se uma definição operacional que privilegia a integração sistêmica. Uma cidade inteligente é aquela que utiliza tecnologias digitais de informação e comunicação — em especial IoT, IA e Big Data — para otimizar a gestão de seus recursos, serviços e infraestruturas, com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, promover a sustentabilidade ambiental e fortalecer a resiliência urbana.

A Carta Brasileira para Cidades Inteligentes (2020), documento de referência da política brasileira, descreve as cidades inteligentes como territórios seguros, resilientes, ambientalmente responsáveis e voltados às pessoas, que garantem o uso seguro e responsável de dados e das tecnologias da informação e comunicação. O mesmo documento define a transformação digital sustentável como "o processo de adoção responsável de tecnologias da informação e comunicação, baseado na ética digital e orientado para o bem comum". Esta formulação ancora o conceito nos

objetivos do desenvolvimento urbano brasileiro, como o combate às desigualdades, a sustentabilidade e a democratização da gestão, e evita que a tecnologia seja tratada como fim em si mesma.

A inteligência urbana não reside nos dispositivos em si, mas na capacidade de integração e análise dos dados que eles geram. Uma câmera de tráfego isolada é apenas um equipamento de vigilância; integrada a um sistema de análise de fluxo alimentado por inteligência artificial, ela se torna componente de um sistema de mobilidade inteligente capaz de reduzir congestionamentos, priorizar veículos de emergência e melhorar a qualidade do ar urbano. Esta distinção — entre dispositivos isolados e sistemas integrados — é fundamental para compreender o que diferencia uma cidade que comprou tecnologia de uma cidade que se tornou inteligente.

1.1 | Dimensões da Cidade Inteligente

A literatura especializada e os documentos de política pública identificam, de forma convergente, um conjunto de dimensões que caracterizam o paradigma da cidade inteligente. Para além da dimensão tecnológica — a mais visível —, cidades inteligentes são também cidades criativas, economicamente sustentáveis, inclusivas, inovadoras, resilientes e planejadas.

Estes atributos não são independentes. A inteligência urbana que não promove inclusão social reproduz e aprofunda desigualdades; a inovação tecnológica que ignora a resiliência climática é vulnerável; o desenvolvimento econômico que desconsidera a sustentabilidade ambiental esgota a base de recursos que sustenta o próprio desenvolvimento.

Para fins analíticos, as dimensões podem ser agrupadas em seis eixos: governança urbana inteligente, economia urbana inovadora, mobilidade urbana inteligente, ambiente urbano sustentável, vida urbana saudável e inclusiva e infraestrutura urbana resiliente. Esta organização serve tanto ao diagnóstico das condições de uma cidade quanto ao planejamento das intervenções necessárias, e coloca a gestão municipal diante de decisões que atravessam mobilidade, infraestrutura e ambiente.

1.2 | Internet das Coisas (IoT): a camada de percepção urbana

A Internet das Coisas (IoT) refere-se à rede de dispositivos físicos dotados de sensores, software e conectividade que lhes permite coletar e trocar dados entre si e com sistemas centralizados de processamento. No ambiente urbano, estes dispositivos assumem formas variadas: sensores de nível d'água em bueiros e rios, câmeras de tráfego com análise de imagens, sensores de qualidade do ar, detectores de presença em logradouros públicos, medidores inteligentes de consumo de energia e água, entre muitos outros.

Estas aplicações são descritivas, pois captam e descrevem o estado do ambiente urbano em tempo real e produzem o fluxo contínuo de dados que alimenta os sistemas analíticos de gestão.

É importante compreender que os dispositivos IoT constituem apenas a camada de percepção da cidade inteligente. Para que estes dados gerem valor, é necessário que existam camadas superiores de conectividade (redes de comunicação que transportem

os dados), armazenamento (infraestruturas de dados que os preservem), processamento (plataformas analíticas que os interpretem) e ação (sistemas que transformem a análise em decisão e intervenção). A IoT, portanto, não é sinônimo de cidade inteligente — é seu pré-requisito sensorial.

1.3 | Inteligência artificial, big data e a camada cognitiva

Enquanto a IoT representa os sentidos da cidade inteligente, a inteligência artificial e o Big Data constituem a sua dimensão cognitiva, isto é, a capacidade de processar volumes massivos de dados, identificar padrões complexos, fazer previsões e apoiar a tomada de decisão. A convergência destas tecnologias transforma dados brutos em inteligência urbana aplicável à gestão cotidiana e ao planejamento de longo prazo.

Do ponto de vista técnico, a IA aplicada à gestão urbana depende da qualidade, quantidade e continuidade dos dados gerados pelos dispositivos IoT. Isso impõe exigências rigorosas sobre a infraestrutura de conectividade — redes de comunicação de baixa latência, como as redes 5G e as redes LPWAN (Low-Power Wide Area Network) — e sobre a arquitetura de armazenamento e processamento de dados.

A análise de metadados e a identificação de padrões comportamentais e ambientais no espaço urbano permitem a resposta eficiente a situações emergenciais e, também, o planejamento preditivo de intervenções — antecipar onde uma via vai afundar, onde ocorrerá congestionamento, onde o risco de enchente é mais elevado — transformando a gestão urbana de reativa em proativa.

2 | Dimensões Tecnológicas Aplicadas à Gestão Urbana

As tecnologias de cidade inteligente organizam-se em seis famílias funcionais, cada uma correspondente a sistemas específicos da infraestrutura e dos serviços urbanos. Cada família impõe requisitos próprios de projeto, apresentados a seguir de forma sintética.

2.1 | Mobilidade urbana inteligente

A gestão inteligente do tráfego é a aplicação de IoT urbana de impacto mais imediato sobre a qualidade de vida dos cidadãos. Câmeras e sensores de tráfego integrados a sistemas de inteligência artificial permitem o monitoramento em tempo real do fluxo de veículos, a detecção de incidentes e a adaptação dinâmica dos ciclos semaforicos. Postes, totens e painéis de informação conectados em rede formam a infraestrutura física desta mobilidade.

O sistema pode também priorizar veículos de emergência. Ao detectar uma viatura com sirene ativa ou ao receber a informação da central de urgência e emergência da cidade, abre um corredor verde à frente dela e notifica os condutores adjacentes por aplicativos de navegação.

A coordenação dos deslocamentos individuais, a antecipação de congestionamentos e a integração entre transporte público e mobilidade ativa completam a dimensão cotidiana da mobilidade inteligente, e as edificações inteligentes estendem a rede ao interior da casa, do escritório e do espaço público.

2.2 | Iluminação Pública e Vigilância Inteligentes

Os sistemas de iluminação LED integrados a sensores de presença e a controladores remotos ajustam a intensidade luminosa de forma dinâmica e reduzem de modo expressivo o consumo de energia em relação aos sistemas convencionais. A intensificação automática da luz quando sensores detectam pedestres em áreas de risco tem efeito direto sobre a segurança pública e a inclusão social, em especial na proteção de mulheres em áreas vulneráveis.

O uso de câmeras e de análise de comportamento nestes sistemas exige, contudo, salvaguardas de privacidade e protocolos claros de acionamento das forças de segurança.

2.3 | Gestão Hídrica, Ambiental e Prevenção de Riscos

Os sensores de nível d'água instalados em rios, reservatórios e sistemas de drenagem permitem o monitoramento em tempo real e a emissão de alertas precoces de enchentes. Sensores climáticos de temperatura, umidade do ar e do solo, qualidade do ar e ruído identificam ilhas de calor, corredores de ventilação, zonas de risco de incêndio em períodos de estiagem e áreas de maior poluição sonora.

O monitoramento inteligente da rede de distribuição de água detecta vazamentos de forma precoce, o que importa em um país cujo índice médio de perdas na distribuição alcançou 37,78% em 2022, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) reunidos pelo Instituto Trata Brasil (2024).

2.4 | Zeladoria Urbana inteligente com Big Data

As plataformas integradas de gestão urbana alimentadas por dados de sensores IoT e por canais de comunicação cidadã permitem a identificação e priorização automática de ocorrências — lâmpadas queimadas, buracos em vias, acúmulo de resíduos, pontos de alagamento e focos de insegurança, locais de maior incidência de acidentes de trânsito. A análise preditiva sobre o histórico destas ocorrências permite antecipar intervenções antes que os problemas se manifestem — o que a literatura chama de manutenção preditiva ou zeladoria proativa.

2.5 | Gestão inteligente de infraestrutura e serviços urbanos

A gestão inteligente abrange os fluxos de todos os serviços urbanos essenciais: energia, água tratada, esgoto, gás canalizado, conectividade e transporte urbano. Infovias para conectividade — tanto mobile quanto cabeadas —, programas de redes inteligentes em espaços públicos, sensores de mobilidade humana, sensores ambientais e sensores de abastecimento de serviços urbanos compõem o conjunto de infraestruturas digitais que suportam a gestão integrada do território. A distribuição georreferenciada de equipamentos públicos, analisada em conjunto com dados demográficos e de mobilidade, permite otimizar a cobertura dos serviços e identificar lacunas de atendimento.

2.6 | Transformação digital das prefeituras

Uma das dimensões fundamentais e frequentemente negligenciada no debate sobre cidades inteligentes é a transformação digital dos próprios governos. Não há cidade inteligente sem governo inteligente, porque a digitalização plena dos processos administrativos municipais é condição necessária para que o ecossistema tecnológico urbano funcione como sistema coerente. O governo eletrônico, com plataformas integradas de serviços ao cidadão, atendimento digital, Big Data governamental e interoperabilidade entre órgãos e secretarias, é tanto uma aplicação da inteligência urbana quanto a sua infraestrutura de sustentação. A Lei do Governo Digital (Lei n.º 14.129/2021) estabeleceu princípios, regras e instrumentos para a digitalização da administração pública, e os municípios a adotam mediante norma própria. A Estratégia Federal de Governo Digital 2024–2027 (Decreto n.º 12.198/2024), embora restrita à administração federal, serve de referência para as estratégias municipais.

As plataformas de governo eletrônico que integram dados de diferentes secretarias permitem a eficiência administrativa e também o planejamento urbano baseado em evidências, a transparência fiscal e a participação cidadã qualificada. A interoperabilidade entre plataformas públicas e privadas — condição para que dados de sensores privados possam ser utilizados na gestão pública — é um dos desafios técnicos e regulatórios mais relevantes neste campo, com implicações diretas sobre a arquitetura dos sistemas de informação municipais e sobre a proteção dos dados pessoais dos cidadãos, nos termos da Lei Geral de Proteção de Dados (Lei n.º 13.709/2018).

Parte II — Planejamento e gestão estratégica para a cidade inteligente

3 | Planejamento estratégico e gestão da transformação urbana

A transição de uma cidade convencional para uma cidade inteligente não é um evento, mas um processo — e como todo processo complexo de transformação organizacional e tecnológica, requer planejamento cuidadoso, gestão de mudanças e visão de longo prazo. O planejamento estratégico, enquanto metodologia de gestão orientada para a construção deliberada de futuros desejados, é o instrumento central desta transformação. Matus (1993) distinguiu o planejamento estratégico situacional do planejamento normativo tradicional por reconhecer que o futuro é incerto, que múltiplos atores disputam a direção do desenvolvimento e que a capacidade de adaptação é tão importante quanto a definição de metas.

No contexto do planejamento urbano brasileiro, o instrumento por excelência é o Plano Diretor Municipal, exigido pela Lei Federal n.º 10.257/2001 (Estatuto da Cidade) para municípios com mais de 20 mil habitantes. A incorporação da dimensão de cidade inteligente ao Plano Diretor — por meio de diretrizes, zonas e parâmetros específicos para infraestruturas digitais — é condição para que a transformação tecnológica adquira caráter de política de Estado, transcendendo mandatos e gestões específicas. O Estatuto da Cidade já prevê instrumentos como o direito de superfície, as operações urbanas consorciadas e o consórcio imobiliário que podem ser utilizados para viabilizar investimentos em infraestrutura digital de forma articulada com o desenvolvimento urbano.

3.1 | Planejamento orientado por dados

O primeiro princípio do planejamento estratégico para a cidade inteligente é que as decisões devem ser fundamentadas em dados — e não em intuição, pressão política ou modismos tecnológicos. Dados sobre padrões de mobilidade, incidência de crimes, distribuição de ocorrências de manutenção, consumo de energia e água, e vulnerabilidades ambientais devem orientar a priorização das tecnologias a implementar, a sequência de implantação e os locais de intervenção.

O planejamento orientado por dados exige, por sua vez, que o município invista previamente na construção de capacidades de coleta, gestão e análise de dados urbanos. Neste sentido, o Marco Legal das Startups e do Empreendedorismo Inovador (Lei Complementar n.º 182/2021) criou instrumentos relevantes para que municípios estabeleçam ambientes de experimentação regulatória (sandboxes) com empresas de tecnologia, permitindo testar soluções inovadoras antes de sua contratação formal. Esta abordagem de inovação aberta e experimental é recomendada para municípios que ainda estão construindo sua base de dados e sua capacidade analítica.

3.2 | Visão plurianual e continuidade de políticas

O segundo princípio é que projetos de cidade inteligente exigem horizontes temporais que transcendem mandatos eleitorais. A descontinuidade política é um dos principais riscos para estes projetos no Brasil — mitigável por meio da institucionalização das políticas em instrumentos de caráter plurianual. O Plano Plurianual (PPA), exigido pelo art. 165 da Constituição Federal para todos os entes federativos, é o instrumento orçamentário adequado para inscrever os programas de transformação digital municipal em horizonte de quatro anos. Políticas de tecnologia urbana inscritas no PPA, alinhadas ao Plano Diretor e formalizadas em contratos de longo prazo com fornecedores, adquirem estabilidade institucional que as protege das oscilações da conjuntura política.

3.3 | Gestão estratégica da implementação gradual

A implementação de tecnologias de cidade inteligente deve ser gradual, progressiva e alinhada à capacidade financeira e operacional do município. O primeiro passo recomendável é um diagnóstico de maturidade digital, que avalie as capacidades existentes em cada dimensão da cidade inteligente e identifique as lacunas prioritárias. Este diagnóstico fundamenta um plano de ação local que define objetivos, metas, responsabilidades e recursos para a implementação em curto (1 a 2 anos), médio (3 a 5 anos) e longo prazo (6 a 10 anos).

O cronograma de implantação considera os custos de aquisição e instalação dos equipamentos e, além deles, os custos recorrentes de manutenção preventiva e corretiva, atualização de software, consumo de energia, conectividade e capacitação das equipes técnicas. A negligência com a manutenção está entre as causas mais frequentes de degradação precoce dos sistemas implantados. Os custos recorrentes costumam ser estimados como percentual anual do investimento inicial, parâmetro que o município calibra com fornecedores e contratos anteriores e inscreve no orçamento desde o planejamento do projeto.

3.4 | A Cidade inteligente como sistema integrado e complexo

As cidades complexas e multipolares exigem modelos de governança territorial que transcendam a fragmentação setorial da administração pública tradicional. A convergência de dados urbanos em plataformas integradas é condição técnica necessária, mas insuficiente. É preciso construir as capacidades institucionais para interpretar estes dados, tomar decisões informadas e implementá-las de forma coordenada entre diferentes secretarias, órgãos e esferas de governo.

A metodologia de planejamento para este tipo de projeto complexo exige integração madura dos stakeholders — setor público, setor privado, academia, sociedade civil e cidadãos — e capacidade de convergência de grandes volumes de dados no formato bottom-up, onde as informações fluem da base para os centros de decisão.

Os clusters de aprendizagem e inovação — consórcios de municípios, redes de cidades, laboratórios de inovação pública — são instrumentos relevantes para que municípios de menor porte desenvolvam coletivamente as capacidades que seriam inviáveis individualmente. O compartilhamento de plataformas tecnológicas entre consórcios municipais, por exemplo, pode reduzir significativamente os custos unitários de implementação e manutenção de sistemas de cidade inteligente.

Parte III — Ferramentas do poder público para a transformação digital urbana

4 | Ferramentas jurídicas e financeiras para a implementação

As principais ferramentas disponíveis ao poder público municipal para viabilizar a transformação digital das cidades vão do modelo de aquisição ao financiamento, passando pela estruturação de parcerias e pela gestão de projetos complexos.

4.1 | O Diálogo competitivo na nova lei de licitações

A Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei Federal n.º 14.133/2021) introduziu no ordenamento jurídico brasileiro o instituto do diálogo competitivo — modalidade especialmente adequada para projetos de alta complexidade tecnológica, em que o poder público não tem condições de especificar previamente a solução técnica mais adequada às suas necessidades. O diálogo competitivo permite que o município convide fornecedores e especialistas para apresentar soluções tecnológicas antes de definir os termos do edital, em um processo iterativo de refinamento técnico que garante propostas formatadas em função do orçamento de longo prazo e com custo avaliado incluindo equipamentos, manutenção e suporte.

Na prática, o processo de diálogo competitivo para aquisição de tecnologias de cidade inteligente envolve: chamamento público a fornecedores e especialistas; apresentação e discussão das soluções disponíveis para as necessidades locais identificadas no diagnóstico de maturidade; avaliação do custo total de propriedade das diferentes alternativas; elaboração colaborativa das especificações técnicas do edital; e licitação com critérios de julgamento que contemplem qualidade técnica, capacidade de suporte e sustentabilidade financeira da proposta. Este processo garante que o edital final seja tecnicamente adequado às necessidades do município e atrativo para

fornecedores qualificados, reduzindo o risco de contratação de soluções obsoletas ou inadequadas.

4.2 | Parcerias Público-Privadas e modelos alternativos de financiamento

As parcerias com a iniciativa privada, na forma de concessões, permissões ou contratos de parceria público-privada (PPP) regulados pela Lei Federal n.º 11.079/2004, podem viabilizar investimentos em infraestrutura digital que seriam inviáveis com recursos orçamentários próprios. Modelos de PPP para iluminação pública inteligente têm sido implementados com sucesso em diversas cidades brasileiras, com empresas privadas financiando a modernização do parque de luminárias e recuperando o investimento por meio da economia de energia gerada ao longo do contrato. O Programa Nacional de Iluminação Pública Eficiente (Reluz) e as políticas de eficiência energética do setor elétrico oferecem referências para este tipo de parceria.

4.3 | Captação de recursos públicos

Além das parcerias privadas, os municípios dispõem de fontes de financiamento público para projetos de transformação digital. O BNDES mantém linhas e programas voltados às cidades, e os programas federais de desenvolvimento urbano oferecem condições que cada município deve conferir nos editais vigentes. Em nível internacional, bancos multilaterais como o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Banco Mundial financiam projetos urbanos em municípios brasileiros de diferentes portes. A capacidade técnica de elaboração de projetos é condição essencial para o acesso a estas fontes.

4.4 | Requisitos de projeto para infraestrutura digital

A transformação digital em cidade inteligente coloca desafios práticos de projeto e execução que merecem atenção específica. A implementação de sistemas IoT urbanos pressupõe uma infraestrutura digital que, em muitos casos, precisa ser concebida e instalada simultaneamente às obras de infraestrutura física. Do ponto de vista do projeto, a incorporação destes elementos exige uma abordagem de design integrado que considere, desde a concepção: a instalação de eletrodutos e caixas de passagem para cabeamento de dados em vias, praças e edificações públicas; a previsão de pontos de alimentação elétrica e comunicação para equipamentos de monitoramento no mobiliário urbano; a integração estética de câmeras, sensores e outros dispositivos no conjunto arquitetônico; e a acessibilidade para manutenção regular dos equipamentos.

As edificações inteligentes constituem a menor unidade do ecossistema de cidade inteligente. Sistemas prediais integrados de automação — gestão de energia, climatização, iluminação, acesso, segurança e comunicação — quando conectados à plataforma urbana da cidade, ampliam significativamente a capacidade analítica do sistema como um todo. A interoperabilidade entre sistemas prediais e plataforma urbana é uma exigência técnica que começa a aparecer em normas de construção em diferentes países e que tende a se tornar requisito padrão no Brasil nos próximos anos.

Considerações finais

A cidade inteligente combina tecnologias, planejamento estratégico e ferramentas concretas de viabilização pelo poder público. Transformar cidades exige visão, método, coragem política e compromisso com o longo prazo, além da compra de tecnologia.

A transformação digital das cidades não tem volta. A convergência entre IoT, inteligência artificial, Big Data e conectividade 5G já reconfigura a forma de governar, planejar e habitar o espaço urbano em escala global, e o Brasil constrói, em muitos casos, soluções originais e adaptadas à sua realidade. Cada intervenção urbana projetada hoje dialoga com a infraestrutura digital de amanhã. Ignorar esta realidade não é prudência, é obsolescência programada.

A maior ameaça às cidades inteligentes brasileiras é a persistência de uma cultura de gestão pública que contrata sem planejar, inaugura sem manter e descontinua sem consequências, e não a falta de tecnologia disponível no mercado. Sensores sem previsão de manutenção, plataformas abandonadas por falta de equipe técnica e sistemas de monitoramento que se apagam com a troca de governo formam o cemitério silencioso de projetos que custaram caro e entregaram pouco. A cidade inteligente exige planejamento plurianual, orçamento comprometido e responsabilidade institucional que transcenda mandatos.

Uma cidade se torna inteligente quando as pessoas que a governam, constroem e habitam desenvolvem a capacidade de aprender com os dados, de se adaptar às mudanças e de decidir em favor do bem coletivo. Sensores não têm consciência, algoritmos não têm ética e plataformas não têm coragem. Estas qualidades pertencem aos gestores, técnicos, profissionais e cidadãos que entendem que a melhor tecnologia serve às pessoas, e não o contrário. O futuro das cidades será construído por quem reunir competência técnica, integridade pública e determinação humana para fazê-lo bem feito.

Cidades não são feitas de dados. São feitas de gente. De ruas que guardam histórias, de praças onde a vida acontece, de bairros que têm cheiro, ritmo e identidade. A tecnologia que atravessa estas páginas — sensores, algoritmos, plataformas, redes — só tem razão de existir se tornar esta vida mais digna, mais segura e mais justa para todos os que habitam o espaço urbano.

Declaração sobre o uso de inteligência artificial

A inteligência artificial generativa foi utilizada como ferramenta de apoio à organização das informações fornecidas para este artigo. O uso ocorreu como auxílio ao trabalho intelectual, sem substituir a análise dos documentos e das fontes. A seleção e a interpretação das informações, assim como a revisão e a responsabilidade pela versão final do texto, cabem ao autor. Ao final, a IA foi utilizada para a correção ortográfica e semântica do texto e também para gerar o resumo e as palavras-chave.

Referências

BRASIL. Decreto n.º 12.198, de 24 de setembro de 2024. Institui a Estratégia Federal de Governo Digital para o período de 2024 a 2027 e a Infraestrutura Nacional de Dados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2024.

BRASIL. Decreto n.º 9.854, de 25 de junho de 2019. Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2019.

BRASIL. Lei Complementar n.º 182, de 1.º de junho de 2021. Marco Legal das Startups e do Empreendedorismo Inovador. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Lei Federal n.º 11.079, de 30 de dezembro de 2004. Institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito da administração pública. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2004.

BRASIL. Lei Federal n.º 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Lei Federal n.º 14.129, de 29 de março de 2021. Dispõe sobre princípios, regras e instrumentos para o Governo Digital e para o aumento da eficiência pública. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 14.133, de 1.º de abril de 2021. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Carta Brasileira para Cidades Inteligentes. Brasília: MDR, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/desenvolvimento-urbano/cidades-inteligentes>>.

CORDIOLLI, Marcos. IoT como fator de desenvolvimento para cidades de pequeno e médio porte. Apresentação no Webinar RCD. Curitiba: Rede Cidade Digital, 2024.

INSTITUTO TRATA BRASIL; GO ASSOCIADOS. *Estudo de perdas de água 2024 (SNIS 2022)*. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2024. Disponível em: <<https://tratabrasil.org.br/wp-content/uploads/2024/06/Release-Perdas-de-Agua-2024.pdf>>.

MATUS, C. Política, Planejamento e Governo. Brasília: IPEA, 1993. (Série IPEA, n. 143).

Sobre o autor

Marcos Cordioli é consultor, empresário, pesquisador e palestrante brasileiro, mestre em Educação pela PUC-SP, com atuação nas áreas de educação, transformação digital, inovação, cidades inteligentes, economia de dados e inteligência artificial.

Foi Secretário de Inovação, Aceleração Econômica, Turismo e Comunicação de Maringá e Secretário de Cultura de Curitiba, além de Presidente da Fundação Cultural de

Curitiba. Desde 2015, atua na modelagem de ecossistemas de inovação e startups, aproximando tecnologia, conhecimento, negócios e transformação institucional.

É cofounder da Apolus.ai, startup dedicada a transformar conhecimentos dispersos em ecossistemas de inteligência artificial, ampliando a capacidade de empresas e instituições de organizar, compartilhar e utilizar conhecimento como inteligência coletiva. É também vice-presidente da ACIM-Maringá.

Na área de tecnologia, pesquisa os processos econômicos e tecnológicos associados à economia de dados, estudando dados, conhecimento e inteligência artificial como elementos estruturantes da nova economia. Dedicar-se também ao estudo da transformação digital de cidades, com atenção ao uso sistêmico de IoT, dados, inteligência artificial, conectividade e plataformas digitais na construção de cidades inteligentes.

No campo da inteligência artificial, desenvolve duas frentes complementares. Na educação, conduz o projeto “Tecnologias de IA na Sala de Aula”, dedicado às possibilidades de utilização da inteligência artificial nos processos de ensino e aprendizagem, na formação de educadores e na gestão educacional. Nas empresas e instituições, atua na área de educação corporativa, pesquisando a gestão de conteúdos e conhecimentos como base para a construção de inteligência coletiva e para o desenvolvimento de novas soluções apoiadas por IA.

Marcos Cordioli também possui trajetória acadêmica na área de educação, tendo atuado como professor em cursos de graduação, especialização e mestrado, além de pesquisador, palestrante e consultor. Participou de eventos, pesquisas e projetos educacionais em todos os estados brasileiros e em diferentes países.

Contato: marcos.cordioli@gmail.com | (41) 99682 9123 | LinkedIn:
[linkedin.com/in/marcos-cordioli](https://www.linkedin.com/in/marcos-cordioli) | Instagram @marcoscordioli |
<https://linktr.ee/marcos.cordioli>