
Transformação digital em cidades de pequeno e médio porte

A transformação digital como método de planejamento e gestão municipal

Marcos Cordioli

Resumo

A transformação digital funciona, em municípios de pequeno e médio porte, como método de planejamento e gestão. Internet das Coisas (IoT), Big Data, inteligência artificial (IA), ortofotos e gêmeos digitais sustentam uma cultura de planejamento urbano orientado por dados, com metas claras e mensuração sistemática de curto, médio e longo prazo. Os instrumentos legais e orçamentários, o diálogo competitivo e a cooperação intermunicipal dão continuidade a esta política e enfrentam os limites de escala, orçamento e capacitação. O resultado são políticas públicas mais assertivas, previsíveis e transparentes, em um ciclo contínuo de diagnóstico, implementação e avaliação de resultados.

Palavras-chave: Transformação digital. Cidades de pequeno e médio porte. Internet das Coisas. Inteligência artificial. Planejamento urbano orientado por dados. Gêmeos digitais. Consórcios intermunicipais.

Abstract

Digital transformation works, in small and medium-sized municipalities, as a method of planning and management. The Internet of Things (IoT), Big Data, artificial intelligence (AI), orthophotos and digital twins support a culture of data-driven urban planning, with clear goals and systematic measurement over the short, medium and long term. Legal and budgetary instruments, competitive dialogue and inter-municipal cooperation give continuity to this policy and address the limits of scale, budget and training. The result is more assertive, predictable and transparent public policy, in a continuous cycle of diagnosis, implementation and evaluation of results.

Keywords: Digital transformation. Small and medium-sized cities. Internet of Things. Artificial intelligence. Data-driven urban planning. Digital twins. Inter-municipal consortia.

Introdução

A transformação digital das cidades consolida-se como processo estruturante também em municípios de pequeno e médio porte. Ferramentas como IoT, Big Data, IA, ortofotos e gêmeos digitais oferecem respostas concretas a desafios históricos de

mobilidade, infraestrutura, meio ambiente, gestão de recursos e participação cidadã. O diferencial reside na possibilidade de fundamentar decisões em dados objetivos e de estabelecer planejamentos urbanos orientados por metas quantificáveis, que permitem mensurar avanços, identificar estagnações e ajustar rotas ao longo do tempo.

Para fins analíticos, consideram-se de pequeno porte os municípios com até 50 mil habitantes e de médio porte os que têm entre 50 mil e 100 mil habitantes. O recorte importa porque a maior parte dos 5.570 municípios brasileiros se encontra nestas faixas (IBGE, 2023), e porque a escala determina o que cada um consegue contratar, operar e manter sozinho.

A transformação digital funciona, nestes municípios, como método de planejamento e gestão, e não como compra de equipamentos. O diagnóstico, as metas e os instrumentos legais e orçamentários que dão continuidade à política vêm primeiro. As tecnologias que a executam e a monitoram vêm depois.

1 | A IoT como base da coleta contínua de dados urbanos

A Internet das Coisas (IoT) conecta objetos físicos — como sensores, câmeras, semáforos e dispositivos móveis — a redes digitais que captam e transmitem dados automaticamente. Esta infraestrutura é fundamental para o monitoramento contínuo e em tempo real da dinâmica urbana. Sensores instalados em ruas, praças, escolas, hospitais e redes técnicas mapeiam fluxos de veículos, padrões climáticos, qualidade ambiental, consumo energético e funcionamento de equipamentos públicos.

Em cidades de menor porte, que muitas vezes operam com ausência de dados estruturados, a IoT representa uma ferramenta de custo cada vez mais acessível para produzir diagnósticos consistentes. O uso destes dados permite traçar planos de curto prazo (por exemplo, reconfiguração de rotas escolares ou ajustes no tempo semafórico), médio prazo (como readequações do transporte público ou da arborização urbana) e longo prazo (implantação de zonas de adensamento ou expansão da infraestrutura viária), sempre com indicadores verificáveis.

2 | Sensores ambientais e inteligência artificial: a nova fronteira da gestão ambiental urbana inteligente

Os sensores ambientais conectados por meio da Internet das Coisas (IoT) vêm transformando a forma como as cidades de pequeno e médio porte monitoram e gerenciam seu ambiente urbano. Dispositivos de medição de temperatura, umidade, precipitação, qualidade do ar, ruído, velocidade dos ventos e radiação solar, entre outros, são distribuídos em pontos estratégicos da cidade e operam de maneira contínua, gerando dados em tempo real. Estas informações permitem identificar ilhas de calor, zonas críticas de poluição, áreas suscetíveis a alagamentos ou deslizamentos e padrões climáticos que influenciam diretamente a saúde pública e o bem-estar da população. A adoção de sensores ambientais também possibilita ações preventivas em contextos de emergência climática, como o acionamento automático de alertas para chuvas intensas, ondas de calor ou riscos de contaminação do ar.

Com o apoio da inteligência artificial (IA), estes dados ambientais deixam de ser apenas registros pontuais e passam a compor sistemas integrados de análise e previsão. A IA é capaz de identificar tendências, prever eventos extremos, correlacionar dados ambientais com padrões de uso do solo e sugerir intervenções mais eficazes na política ambiental urbana. Esta capacidade analítica fortalece a atuação das secretarias de meio ambiente, permitindo que o planejamento urbano incorpore variáveis ecológicas em seus planos diretores, políticas de arborização, projetos de drenagem e normas de uso do solo. A gestão ambiental urbana, ao ser apoiada por sensores e algoritmos inteligentes, ganha precisão, agilidade e capacidade preditiva, transformando-se em uma função estratégica para a sustentabilidade e a resiliência das cidades frente às mudanças climáticas e aos desafios ecológicos contemporâneos.

3 | Big Data e inteligência artificial: da coleta ao planejamento orientado por evidências

A combinação da IoT com sistemas de Big Data permite reunir e processar grandes volumes de dados provenientes de diversas fontes públicas e privadas. Este conjunto informacional forma uma base robusta para análise sistêmica da cidade. Com o auxílio de algoritmos de inteligência artificial, os dados são organizados, cruzados, comparados e transformados em relatórios estratégicos, que identificam padrões de comportamento, anomalias, correlações espaciais e tendências temporais.

A IA facilita o monitoramento permanente das metas definidas em planos municipais. No curto prazo, é possível aferir a eficácia de intervenções pontuais, como requalificações viárias ou campanhas de saúde pública. No médio prazo, a análise preditiva permite revisar políticas públicas conforme o comportamento real da população. Já no longo prazo, a IA contribui para a projeção de cenários futuros de crescimento, demanda por serviços e reorganização do território, com base em evidências acumuladas ao longo do tempo.

4 | Ortofoto e gêmeos digitais: representação técnica para o planejamento urbano

As ortofotos — imagens aéreas com precisão georreferenciada — oferecem uma leitura detalhada do território urbano e identificam construções, áreas verdes, ocupações irregulares, redes hídricas e estruturas públicas. Os gêmeos digitais, construídos a partir da integração destas imagens com dados sensoriais e modelagens tridimensionais, permitem a simulação de cenários futuros, com grau de confiabilidade que depende da qualidade dos dados e da calibração dos modelos.

Estas ferramentas são estratégicas para o planejamento urbano em todas as escalas temporais. No curto prazo, orientam intervenções pontuais como a abertura de ruas ou implantação de equipamentos públicos. No médio prazo, permitem avaliar os impactos da densificação habitacional, da expansão de serviços ou da criação de novos polos produtivos. No longo prazo, viabilizam simulações de crescimento urbano, alterações climáticas e mudanças no perfil demográfico. Além disso, permitem mensurar, de forma objetiva, o descompasso entre o planejamento previsto e a execução real.

5 | **Infraestruturas inteligentes e eficiência operacional com foco em resultados**

A aplicação de IoT nas redes de infraestrutura — água, esgoto, energia, resíduos e conectividade — amplia a capacidade de controle e resposta das gestões municipais. A detecção de falhas, perdas e sobrecargas em tempo real reduz desperdícios, melhora a prestação dos serviços e direciona investimentos com maior precisão. Tais informações alimentam planos operacionais de curto prazo, como consertos emergenciais; projetos estruturantes de médio prazo, como modernização de redes; e políticas de expansão de longo prazo, alinhadas a metas ambientais e regulatórias.

A gestão inteligente da infraestrutura urbana requer também sistemas de monitoramento contínuo dos indicadores de desempenho. Plataformas que geram relatórios integrados periódicos permitem aferir o cumprimento das metas operacionais, corrigir processos e prestar contas à sociedade de forma mais transparente.

6 | **Planejamento institucional e integração legal das soluções digitais**

Para que a transformação digital seja duradoura e consistente, é necessário integrá-la aos instrumentos legais de planejamento. Esta vinculação jurídica também facilita a criação de marcos regulatórios locais que assegurem a interoperabilidade dos sistemas e a proteção dos dados pessoais dos cidadãos.

A inclusão explícita de projetos de IoT, IA, Big Data e gêmeos digitais nas Leis de Diretrizes Orçamentárias (LDO), Leis Orçamentárias Anuais (LOA) e Planos Plurianuais (PPA) garante continuidade institucional, previsibilidade financeira e monitoramento de metas.

7 | **Monitoramento contínuo e mensuração de metas na gestão urbana digital**

A consolidação de políticas públicas baseadas em dados exige mais do que a coleta pontual de informações. Exige a criação de sistemas de mensuração contínua, com indicadores claros e metodologias de acompanhamento capazes de avaliar, em tempo real, os resultados de curto, médio e longo prazo. Em contextos urbanos digitais, a integração entre sensores, plataformas de Big Data e algoritmos de inteligência artificial permite monitorar a execução de metas com precisão, fornecendo subsídios técnicos para decisões ágeis e bem fundamentadas.

A definição de metas urbanas — como a redução de áreas de alagamento, melhora na qualidade do ar, ampliação da cobertura vegetal ou diminuição de perdas nas redes técnicas — deve vir acompanhada de indicadores mensuráveis e de um cronograma de acompanhamento. O uso de **dashboards integrados** e **relatórios automatizados** viabiliza a avaliação periódica de cada meta, identificando avanços, estagnações e desvios. Este processo permite revisar políticas públicas com base em evidências, ajustar estratégias operacionais e fortalecer a prestação de contas à população, promovendo uma cultura institucional orientada por resultados concretos e sustentáveis.

O uso de metas mensuráveis em cada ciclo orçamentário permite estabelecer linhas de base, identificar pontos de avanço e reconhecer áreas em que há estagnação ou retrocesso. Assim, o planejamento urbano deixa de ser uma agenda genérica e passa a operar como instrumento de gestão baseado em ciclos avaliativos regulares.

8 | O diálogo competitivo como mecanismo de inovação sob medida

A nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/2021) introduz o instrumento do diálogo competitivo, que autoriza a administração pública a dialogar com empresas e especialistas antes da formalização da contratação. Esta possibilidade é especialmente útil para municípios que desejam adotar tecnologias como IoT e IA, mas que não dispõem de conhecimento técnico interno suficiente para especificar soluções.

Por meio do diálogo competitivo, é possível definir soluções customizadas, testar alternativas técnicas, ampliar a concorrência qualificada e estabelecer indicadores mensuráveis para cada etapa do projeto. A contratação passa a ser parte do planejamento estratégico, e não um fim em si mesma, o que favorece o controle de metas de curto, médio e longo prazo.

9 | Limites e obstáculos para a transformação digital na gestão urbana

O primeiro desafio para cidades de pequeno e médio porte na transformação digital é o **orçamento limitado**, que pode dificultar a aquisição e manutenção de tecnologias como IoT, Big Data e inteligência artificial. A implementação destas soluções exige investimentos iniciais significativos em infraestrutura, hardware e software, além de custos contínuos com licenças, atualizações e manutenção. Para superar esta barreira, municípios podem buscar financiamentos específicos, parcerias público-privadas, ou explorar soluções de código aberto e plataformas baseadas em nuvem que ofereçam modelos de custo mais flexíveis.

O segundo desafio é a capacitação de pessoal. A falta de conhecimento técnico interno é outra limitação relevante. Mesmo com a aquisição das tecnologias, a efetividade da transformação digital depende da capacidade dos servidores públicos de operá-las, analisar os dados gerados e traduzi-los em políticas públicas eficazes. Isso requer programas de capacitação e treinamento contínuos para desenvolver novas habilidades em áreas como análise de dados, inteligência artificial e gestão de sistemas, garantindo que as equipes municipais estejam aptas a extrair o máximo potencial das ferramentas digitais.

A cultura organizacional tradicional e a **resistência à inovação** podem ser obstáculos significativos para a implementação da transformação digital. Servidores e gestores acostumados a processos mais manuais ou menos orientados por dados podem apresentar relutância em adotar novas metodologias e ferramentas. Para mitigar esta resistência, é fundamental promover uma cultura de inovação, comunicar os benefícios das novas abordagens de forma clara, e envolver os colaboradores desde as fases iniciais do planejamento e da implementação.

A coleta massiva de dados, especialmente por meio da IoT e Big Data, levanta preocupações importantes sobre a **segurança dos dados e a privacidade dos cidadãos**.

Cidades de pequeno e médio porte precisam garantir a conformidade com as leis de proteção de dados, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil, implementando protocolos rigorosos de segurança cibernética, anonimização de dados quando necessário, e estabelecendo marcos regulatórios locais que assegurem a interoperabilidade dos sistemas e a proteção da informação pessoal.

10 | **Consórcios intermunicipais e cooperação entre municípios**

Os consórcios públicos intermunicipais, regulados pela Lei n.º 11.107/2005, constituem instrumento relevante para ampliar a capacidade dos municípios na implantação de soluções de transformação digital e de inteligência territorial. Por meio da cooperação, municípios podem compartilhar plataformas tecnológicas, equipes técnicas, estruturas de monitoramento, serviços especializados e processos de contratação. Essa estratégia permite distribuir custos de implantação, operação e manutenção, tornando economicamente viáveis soluções que, isoladamente, poderiam estar fora da capacidade financeira e técnica de municípios de menor porte.

A atuação consorciada também permite construir soluções em escala territorial. Plataformas integradas de dados, centrais de monitoramento, sistemas de alerta, serviços de geoprocessamento e estruturas de gestão de informações podem atender simultaneamente diferentes municípios, aproveitando infraestrutura tecnológica e equipes especializadas. Além da redução de custos, a cooperação favorece a padronização de procedimentos, a integração de bases de dados e a construção de respostas conjuntas para problemas que ultrapassam os limites administrativos de cada município, como mobilidade, gestão ambiental, recursos hídricos, resíduos sólidos e defesa civil.

A cooperação intermunicipal responde, portanto, a uma das principais limitações dos pequenos municípios: a escala. Ao compartilhar recursos, conhecimento e capacidade de contratação, os municípios podem ampliar sua capacidade de inovação sem depender exclusivamente de estruturas próprias. Mais do que mecanismo de redução de custos, o consórcio pode constituir instrumento de planejamento territorial integrado, permitindo que diferentes municípios desenvolvam soluções comuns e fortaleçam sua capacidade de negociação diante de fornecedores e parceiros tecnológicos. Nesse sentido, a cooperação transforma a escala regional em vantagem para a construção de cidades mais inteligentes, resilientes e conectadas.

11 | **Participação cidadã e controle social como pilares do planejamento digital**

A inteligência de uma cidade também depende da capacidade de escutar sua população. Ferramentas digitais de consulta pública, ouvidorias online, conselhos participativos e observatórios sociais são componentes essenciais da transformação digital, pois permitem a legitimação das decisões técnicas por meio da deliberação cidadã.

Observatórios sociais, por exemplo, têm contribuído para mensurar a execução orçamentária e fiscalizar o cumprimento das metas estabelecidas nos planos plurianuais. A participação popular reforça o caráter técnico e transparente do

planejamento, garantindo que os dados coletados e analisados pelas tecnologias estejam alinhados às expectativas e necessidades da população local.

Os Conselhos de Desenvolvimento Municipais desempenham um papel estratégico na consolidação de políticas públicas sustentadas por dados e alinhadas ao planejamento de curto, médio e longo prazo. Compostos por representantes do poder público e da sociedade civil organizada, estes conselhos atuam como instâncias na definição de prioridades e na avaliação contínua das metas de desenvolvimento local.

Quando integrados aos sistemas de informação alimentados por IoT, Big Data e inteligência artificial, os conselhos passam a operar com maior precisão, podendo acompanhar indicadores objetivos, revisar planos de ação com base em evidências e propor ajustes necessários à luz dos resultados obtidos em cada ciclo temporal. Desta forma, tornam-se agentes ativos no monitoramento das políticas públicas e na governança democrática da cidade, garantindo que a transformação digital esteja a serviço do interesse coletivo e da sustentabilidade urbana.

Considerações finais

A transformação digital municipal opera como método de planejamento e gestão. A integração entre IoT, Big Data, inteligência artificial, ortofotos e gêmeos digitais qualifica o processo decisório e viabiliza o acompanhamento sistemático das metas municipais, com indicadores objetivos para cada horizonte temporal, de curto, médio e longo prazo.

Os instrumentos legais de planejamento, como o PPA, a LDO e a LOA, dão continuidade a esta política, e o diálogo competitivo permite contratar soluções sob medida para problemas que o município ainda não sabe especificar. A cooperação intermunicipal e a capacitação das equipes enfrentam os dois limites mais comuns nos municípios menores, a escala e o conhecimento técnico.

O compromisso com a técnica, a participação cidadã e o controle institucional sustenta políticas urbanas mais eficazes, democráticas e preparadas para os desafios contemporâneos.

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. Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021. Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Diário Oficial da União, Brasília, 2021.

BRASIL. Lei Federal n.º 11.107, de 6 de abril de 2005. Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2005.

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.

IBGE. *Censo Demográfico 2022: população e domicílios — primeiros resultados*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

Glossário de termos

Big Data: Grandes volumes de dados provenientes de diversas fontes, públicas e privadas, que são coletados, processados e analisados para gerar informações estratégicas.

Diálogo Competitivo: Instrumento licitatório introduzido pela Lei nº 14.133/2021 que permite à administração pública dialogar com empresas e especialistas antes da formalização de uma contratação. É útil para definir soluções customizadas, testar alternativas técnicas e estabelecer indicadores mensuráveis.

Gêmeos Digitais: Representações virtuais de objetos, processos ou sistemas físicos, construídas a partir da integração de imagens (como ortofotos), dados sensoriais e modelagens tridimensionais, que possibilitam a simulação de cenários futuros com grau de confiabilidade que depende da qualidade dos dados.

Inteligência Artificial (IA): Algoritmos e sistemas que organizam, cruzam, comparam e transformam grandes volumes de dados em relatórios estratégicos, identificando padrões de comportamento, anomalias, correlações espaciais e tendências temporais. Contribui para o monitoramento de metas e a projeção de cenários futuros.

Internet das Coisas (IoT): Conexão de objetos físicos — como sensores, câmeras, semáforos e dispositivos móveis — a redes digitais que captam e transmitem dados automaticamente. Esta infraestrutura é fundamental para o monitoramento contínuo e em tempo real da dinâmica urbana.

Leis Orçamentárias (LDO, LOA, PPA): Instrumentos legais de planejamento que incluem a Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO), a Lei Orçamentária Anual (LOA) e o Plano Plurianual (PPA). A inclusão explícita de projetos de IoT, IA, Big Data e gêmeos digitais nestas leis garante continuidade institucional, previsibilidade financeira e monitoramento de metas.

Ortofotos: Imagens aéreas com alta precisão georreferenciada que oferecem uma leitura detalhada do território urbano, identificando construções, áreas verdes, ocupações irregulares, redes hídricas e estruturas públicas.

Planejamento Urbano Orientado por Dados/Evidências: Abordagem de planejamento urbano que fundamenta decisões em dados objetivos e estabelece planejamentos urbanos orientados por metas quantificáveis, permitindo mensurar avanços, identificar estagnações e ajustar rotas em tempo real.

Sensores (IoT): Dispositivos físicos que fazem parte da Internet das Coisas e são instalados em diversos pontos da cidade (ruas, praças, escolas, hospitais, redes técnicas) para mapear e coletar dados contínuos e em tempo real. Incluem:

- **Sensores de fluxo:** Monitoram o fluxo de veículos.
- **Sensores climáticos:** Captam padrões climáticos.

-
- **Sensores de qualidade ambiental:** Avaliam a qualidade do ar ou da água.
 - **Sensores de consumo energético:** Monitoram o consumo de energia.
 - **Sensores de funcionamento de equipamentos públicos:** Verificam a operação de equipamentos como iluminação ou bombas.
 - **Câmeras:** Utilizadas para monitoramento visual.
 - **Semáforos inteligentes:** Dispositivos de controle de tráfego conectados à rede.
 - **Dispositivos móveis:** Podem ser usados para coletar dados de localização e uso.

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>