



**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E RESILIÊNCIA URBANA: DA PREDIÇÃO DE
DESASTRES À GESTÃO ÉTICO-SUSTENTÁVEL DO TERRITÓRIO**

**ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND URBAN RESILIENCE: FROM DISASTER
PREDICTION TO ETHICAL AND SUSTAINABLE TERRITORIAL
MANAGEMENT**

**INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y RESILIENCIA URBANA: DE LA PREDICCIÓN
DE DESASTRES A LA GESTIÓN TERRITORIAL ÉTICA Y SOSTENIBLE**

 <https://doi.org/10.56238/levv17n57-078>

Data de submissão: 24/01/2026

Data de publicação: 24/02/2026

Raymundo Campos Neto

Mestrado em Direito

Instituição: Universidade FUMEC

E-mail: racneto@gmail.com

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4227608367523250>

RESUMO

O artigo analisa a incorporação da inteligência artificial ao planejamento urbano como uma inflexão estrutural da função administrativa, marcada pela transição de um modelo reativo para uma governança antecipatória orientada por dados. A partir do paradigma da cidade resiliente, investiga-se como sistemas de aprendizado profundo e monitoramento georreferenciado passaram a influenciar a formação da vontade estatal, deslocando o eixo tradicional da discricionariedade administrativa para um regime de discricionariedade técnica mediada por algoritmos. Sustenta-se que essa reconfiguração impõe a revisão das categorias clássicas do Direito Administrativo, especialmente quanto à motivação, à transparência, ao controle e à responsabilidade dos atos administrativos. O estudo demonstra que a opacidade algorítmica compromete o devido processo legal e exige a institucionalização da explicabilidade e da auditabilidade como requisitos de validade da decisão pública automatizada. Examina-se, ainda, o impacto da governança de dados e da dependência de infraestruturas privadas sobre a soberania digital do Estado, defendendo-se o controle público dos ativos informacionais como pressuposto da autonomia decisória. No campo da responsabilidade civil, evidencia-se que a fragmentação causal própria dos sistemas inteligentes não afasta o regime objetivo de responsabilização estatal, impondo a adoção de modelos ampliados de imputação fundados no risco da atividade e na socialização dos danos. À luz do princípio da precaução, argumenta-se que o urbanismo algorítmico deve incorporar salvaguardas éticas desde o design dos sistemas, assegurando supervisão humana efetiva nas decisões críticas. Por fim, o artigo destaca que a legitimidade da governança inteligente depende da participação cidadã e da superação da fratura digital, bem como da construção de standards normativos transnacionais capazes de submeter a tecnologia aos valores do Estado de Direito. Conclui-se que a inteligência artificial somente se compatibiliza com a ordem constitucional quando estruturada sob quatro pilares: centralidade da decisão humana, motivação transparente e auditável, responsabilidade objetiva e governança prudencial orientada pela dignidade da pessoa humana.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Resiliência Urbana. Governança Antecipatória. Urbanismo Algorítmico. Discricionariedade Técnica. Opacidade Algorítmica. Explicabilidade. Responsabilidade Civil do Estado. Princípio da Precaução. Soberania Digital.

ABSTRACT

This article analyzes the incorporation of artificial intelligence into urban planning as a structural inflection point in the administrative function, marked by the transition from a reactive model to an anticipatory, data-driven governance. Based on the resilient city paradigm, it investigates how deep learning systems and georeferenced monitoring have come to influence the formation of state will, shifting the traditional axis of administrative discretion to a regime of technical discretion mediated by algorithms. It argues that this reconfiguration necessitates a revision of the classic categories of Administrative Law, especially regarding the motivation, transparency, control, and accountability of administrative acts. The study demonstrates that algorithmic opacity compromises due process and demands the institutionalization of explainability and auditability as requirements for the validity of automated public decisions. Furthermore, it examines the impact of data governance and dependence on private infrastructures on the digital sovereignty of the State, advocating for public control of informational assets as a prerequisite for decisional autonomy. In the field of civil liability, it is evident that the causal fragmentation inherent in intelligent systems does not preclude the objective regime of state liability, imposing the adoption of expanded models of imputation based on the risk of the activity and the socialization of damages. In light of the precautionary principle, it is argued that algorithmic urbanism should incorporate ethical safeguards from the design of the systems, ensuring effective human oversight in critical decisions. Finally, the article highlights that the legitimacy of intelligent governance depends on citizen participation and overcoming the digital divide, as well as the construction of transnational normative standards capable of subjecting technology to the values of the rule of law. It concludes that artificial intelligence is only compatible with the constitutional order when structured on four pillars: centrality of human decision-making, transparent and auditable motivation, objective responsibility, and prudential governance guided by the dignity of the human person.

Keywords: Artificial Intelligence. Urban Resilience. Anticipatory Governance. Algorithmic Urbanism. Technical Discretion. Algorithmic Opacity. Explainability. State Civil Liability. Precautionary Principle. Digital Sovereignty.

RESUMEN

Este artículo analiza la incorporación de la inteligencia artificial a la planificación urbana como un punto de inflexión estructural en la función administrativa, marcado por la transición de un modelo reactivo a una gobernanza anticipatoria basada en datos. Basado en el paradigma de la ciudad resiliente, investiga cómo los sistemas de aprendizaje profundo y la monitorización georreferenciada han llegado a influir en la formación de la voluntad estatal, desplazando el eje tradicional de la discrecionalidad administrativa hacia un régimen de discrecionalidad técnica mediado por algoritmos. Argumenta que esta reconfiguración requiere una revisión de las categorías clásicas del Derecho Administrativo, especialmente en lo que respecta a la motivación, la transparencia, el control y la rendición de cuentas de los actos administrativos. El estudio demuestra que la opacidad algorítmica compromete el debido proceso y exige la institucionalización de la explicabilidad y la auditabilidad como requisitos para la validez de las decisiones públicas automatizadas. Además, examina el impacto de la gobernanza de datos y la dependencia de infraestructuras privadas en la soberanía digital del Estado, abogando por el control público de los activos informativos como prerequisite para la autonomía decisoria. En el ámbito de la responsabilidad civil, es evidente que la fragmentación causal inherente a los sistemas inteligentes no excluye el régimen objetivo de la responsabilidad del Estado, lo que impone la adopción de modelos ampliados de imputación basados en el riesgo de la actividad y la socialización de los daños. A la luz del principio de precaución, se argumenta que el urbanismo algorítmico debería incorporar salvaguardas éticas desde el diseño de los sistemas, garantizando una supervisión humana efectiva en decisiones críticas. Finalmente, el artículo destaca que la legitimidad de la gobernanza



inteligente depende de la participación ciudadana y de la superación de la brecha digital, así como de la construcción de estándares normativos transnacionales capaces de someter la tecnología a los valores del Estado de derecho. Concluye que la inteligencia artificial solo es compatible con el orden constitucional cuando se estructura sobre cuatro pilares: centralidad de la toma de decisiones humana, motivación transparente y auditable, responsabilidad objetiva y gobernanza prudencial guiada por la dignidad de la persona humana.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Resiliencia Urbana. Gobernanza Anticipatoria. Urbanismo Algorítmico. Discreción Técnica. Opacidad Algorítmica. Explicabilidad. Responsabilidad Civil del Estado. Principio de Precaución. Soberanía Digital.

1 CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E A CIDADE GLOBAL COMO EPICENTRO DA RESILIÊNCIA

A compreensão das transformações que atingem o espaço urbano contemporâneo impõe, antes de tudo, a delimitação de um adequado marco conceitual. A crescente incorporação de sistemas de inteligência artificial e de processamento massivo de dados à gestão das cidades não pode ser tratada como simples modernização administrativa, mas como fenômeno que repercute diretamente sobre o modo de atuação do Estado e sobre a própria conformação jurídica do planejamento urbano. Nesse cenário, a Cidade Global emerge como locus privilegiado dessas mutações, concentrando infraestruturas tecnológicas, fluxos econômicos e centros decisórios que redefinem a dinâmica territorial.

Sob essa perspectiva, revela-se insuficiente a concepção tradicional de Smart City, centrada predominantemente na eficiência dos serviços públicos, impondo-se a transição para um paradigma de cidade resiliente, orientado à antecipação de riscos, à sustentabilidade e à tutela de direitos fundamentais. A Administração Pública, por sua vez, é chamada a assumir postura proativa, articulando tecnologia, participação social e responsabilidade jurídica, de modo a harmonizar inovação técnica com a centralidade da dignidade da pessoa humana, especialmente em contextos urbanos marcados por elevada complexidade e incerteza.

Ricardo Rivero Ortega sustenta que o aprimoramento institucional é dinâmico e contínuo, pois “[...] el grado de inteligencia administrativa no se mantiene inalterable en el tiempo [e] puede aumentar o disminuir dependiendo del desarrollo o la adquisición de nuevas capacidades [...]” (RIVERO ORTEGA, 2023, p. 14).

Neste novo paradigma, a tecnologia deixa de ser um mero acessório de conveniência administrativa para se tornar um pilar de sobrevivência e sustentabilidade territorial, exigindo que o Estado supere a postura de reguladores que, historicamente, se mostram “[...] rezagados, perezosos y nada proactivos frente a la complejidad, tardíos en la respuesta normativa ante nuevas realidades tecnológicas [...]” (RIVERO ORTEGA, 2023, p. 10). Para que essa visão se concretize, a gestão urbana deve migrar para o uso de evidências concretas, uma vez que a “[...] aplicación del Big Data permite desarrollar políticas públicas basadas en la evidencia, no en los prejuicios o las intuiciones improvisadas de los gestores públicos [...]” (RIVERO ORTEGA, 2023, p. 20).

Dessa forma, a resiliência urbana não depende de soluções genéricas, mas da superação de visões pessimistas sobre a técnica, já que “[...] una visión no apocalíptica de los algoritmos nos muestra que a quienes debemos temer es las personas irresponsables, no a las tecnologías que pueden ayudarnos a superar muchas de nuestras imperfecciones [...]” (RIVERO ORTEGA, 2023, p. 11). A transição para uma governança urbana mediada pela IA exige ainda que a Administração Pública reconheça que o papel do Direito é “[...] facilitar la convivencia, buscar posiciones de equilibrio justo en los conflictos

de intereses y posibilitar que cada persona pueda desarrollar su proyecto vital [...]” (RIVERO ORTEGA, 2023, p. 28). No paradigma da participação e inovação, a oposição infundada deve ser mitigada, fundamentando-se no princípio de que “[...] cualquier resistencia extrema a los progresos sociales o tecnológicos carece del requisito de la razonabilidad, no es sensata [...]” (RIVERO ORTEGA, 2023, p. 42).

A reconfiguração do território encontra seu *locus* privilegiado na Cidade Global. Conforme a obra seminal de Saskia Sassen, a cidade global não deve ser compreendida apenas como um aglomerado demográfico de grande escala, mas como um complexo de produção e um centro de comando estratégico para a economia mundial (SASSEN, 1993). É nestes espaços que se concentram as infraestruturas de telecomunicações e os serviços altamente especializados necessários para gerir fluxos transnacionais (SASSEN, 1998a). Sob a ótica da governança algorítmica, a cidade global atua como um laboratório onde a desnacionalização parcial e incipiente das políticas públicas permite que sistemas de Tomada de Decisão Automatizada (ADM) reorientem o uso do solo e a gestão de recursos para atender tanto ao capital global quanto às exigências de segurança coletiva (SASSEN, 2004; SASSEN, 2010).

A implementação de uma Governança Antecipatória (RIVERO ORTEGA, 2020) no seio das cidades globais permite que a Administração Pública abandone a postura meramente reativa. Mediante o uso de aprendizado profundo (*deep learning*) e redes neurais, torna-se possível processar variáveis ambientais em tempo real, prevendo riscos de escorregamento de taludes ou inundações antes que os danos se materializem (VALLE, 2020; DUARTE, 2022). No entanto, como alerta Sassen, essa hiper digitalização do território carrega o risco de aprofundar a polarização socioeconômica, valorizando setores internacionalizados em detrimento de populações marginalizadas que podem se tornar invisíveis para os algoritmos de planejamento (SASSEN, 1998b; SASSEN, 2007).

Do ponto de vista jurídico-administrativo, a transição para este modelo proativo de gestão urbana não pode prescindir do Princípio da Precaução (BIONI; LUCIANO, 2019). Diante de incertezas científicas sobre os efeitos de longo prazo das tecnologias emergentes no tecido social, o design desses sistemas deve ser pautado pela ética e pela segurança, garantindo que a inovação não resulte em "expulsões" de direitos fundamentais (SASSEN, 2015; COTINO HUESO, 2019). A validade desse planejamento inteligente depende, portanto, da integração de uma "reserva de humanidade" (VALERO TORRIJOS, 2019), assegurando que o administrador público atue como o garantidor final da dignidade humana no que Sassen denomina a "rua global" — o espaço de intersecção onde a política e a tecnologia se encontram (SASSEN, 2011; SASSEN, 2015b).

A construção desta nova gramática urbana exige, por fim, que o sistema jurídico evolua de uma visão puramente descritiva para uma perspectiva normativa robusta, fundamentada no *Rule of Law by Design* (DEL CERRO, 2022, f. 13). Esta mudança de paradigma é necessária pois, como assinala

Marcelo Del Cerro, “[...] el mundo atraviesa en este momento un proceso de revolución debido a la disrupción de la IA [...]” (DEL CERRO, 2022, FL. 13), o que evidencia as “anomalias” do modelo atual, especialmente a “[...] falta de transparencia subyacente a las resoluciones judiciales: el de cuál es la verdadera ratio iuris que motiva las decisiones [...]” (DEL CERRO, 2022, f. 22).

Somente ao integrar garantias constitucionais diretamente na arquitetura dos algoritmos será possível transformar a cidade global em um espaço que não apenas otimiza fluxos financeiros, mas que protege a vida e o meio ambiente por meio de uma inteligência técnica subordinada ao interesse público (SASSEN, 1993; MORAL SORIANO, 2022). Essa objetivação do sistema é fundamental, uma vez que “[...] la interposición de la máquina entre el hombre justiciero y los casos justiciables podría erigirse en la mejor garantía de objetividad en las decisiones y el más eficaz freno contra la arbitrariedad judicial [...]”, contanto que seja preservada “[...] una instancia al «control humano suficiente» como fórmula garantista última [...]” (DEL CERRO, 2022, f. 25).

Delineado esse panorama, constata-se que a cidade contemporânea já não pode ser compreendida apenas como espaço físico de prestação de serviços públicos, mas como território informacional, atravessado por fluxos de dados e decisões automatizadas que condicionam, de forma crescente, a própria atuação administrativa. A Cidade Global evidencia, simultaneamente, o potencial da inteligência artificial na antecipação de riscos e na gestão sustentável do território, bem como os perigos de uma governança algorítmica destituída de adequado controle jurídico.

Fixadas essas premissas, impõe-se avançar para o exame do percurso técnico que tornou possível essa reconfiguração urbana. É o que se desenvolve a seguir, ao abordar a evolução dos sistemas computacionais — do processamento simbólico ao aprendizado profundo — e sua aplicação ao urbanismo digital e ao monitoramento georreferenciado.

2 CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TÉCNICOS E URBANISMO DIGITAL: DO APRENDIZADO PROFUNDO AO MONITORAMENTO DE RISCO

A compreensão do urbanismo digital exige o exame da evolução técnica dos sistemas computacionais que progressivamente passaram a integrar a atuação administrativa. A transição do processamento simbólico para os modelos de aprendizado profundo não representa mera sofisticação tecnológica, mas alteração estrutural na forma de coleta, tratamento e utilização dos dados territoriais. Este capítulo dedica-se a analisar esse percurso, evidenciando como a inteligência artificial e o monitoramento georreferenciado passaram a influenciar diretamente a gestão urbana, impondo novos desafios jurídicos à Administração Pública.

A transição da Administração Pública para o ambiente digital não foi um evento isolado, mas o resultado de um desenvolvimento técnico que redefiniu a relação entre o Estado e o território (DUARTE, 2022). Inicialmente, o foco da informática no contexto jurídico e administrativo centrou-

se no processamento simbólico (conhecido como *Good Old Fashioned AI*), baseado em sistemas especialistas que operavam por meio de regras lógicas do tipo "se-então" (*if-then*) (DUARTE, 2022; FREIRE, 2022). Tais sistemas, embora úteis para tarefas estruturadas, mostravam-se insuficientes para lidar com a complexidade e a imprevisibilidade inerentes ao planejamento urbano das metrópoles contemporâneas (DUARTE, 2022; RIBEIRO, 2021).

O grande salto qualitativo na gestão do território ocorreu com a mudança do paradigma linear para o exponencial, impulsionado pela Lei de Moore, que previu o aumento contínuo da capacidade de processamento a custos decrescentes (RIBEIRO, 2021; BARCAROLLO, 2021). Essa evolução permitiu o surgimento do Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*), no qual os algoritmos deixam de ser meras sequências de instruções rígidas para se tornarem sistemas capazes de aprender a partir da própria experiência e de volumes massivos de dados (*Big Data*) (DUARTE, 2022; SILVA, 2018). No urbanismo, essa transição permitiu que o dado deixasse de ser um arquivo estático para se tornar um ativo dinâmico e preditivo (VALLE, 2020).

No centro desta revolução técnica estão as Redes Neurais Artificiais (RNA) e o Aprendizado Profundo (*Deep Learning*), que emulam a arquitetura do cérebro humano por meio de camadas de "neurônios" artificiais capazes de identificar padrões complexos em dados não estruturados (DUARTE, 2022; RIBEIRO, 2021; BARCAROLLO, 2021). A aplicação dessas tecnologias ao monitoramento georreferenciado permite que a Administração Pública realize intervenções cirúrgicas no espaço urbano. Um exemplo paradigmático é o sistema PATREO (*Pattern Recognition and Earth Observation*), desenvolvido pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no Brasil, que utiliza redes neurais profundas e sensoriamento remoto para identificar barragens de rejeitos e monitorar riscos ambientais em escala nacional (DUARTE, 2022).

Essa "inteligência ambiental" se manifesta também na integração da IA com a Internet das Coisas (IoT), criando redes de sensores que monitoram desde o fluxo de tráfego em tempo real — como observado em cidades como Los Angeles — até a estabilidade de encostas e taludes em áreas de risco (DUARTE, 2022; MARQUES, 2021). Por meio da análise preditiva, os algoritmos analisam o passado para prever o futuro, permitindo que a Defesa Civil antecipe desastres geológicos ou inundações (DUARTE, 2022; SILVA, 2018). No entanto, essa evolução técnica impõe o desafio da opacidade algorítmica ou "caixa-negra" (*black box*), uma vez que a complexidade das redes neurais torna difícil para o gestor público explicar o percurso lógico que conduziu à predição (DUARTE, 2022; FREIRE, 2022; ANDRADE, 2022).

Em última análise, a evolução técnica do urbanismo digital sinaliza a passagem do "computador-arquivo" para o "computador-funcionário" (DUARTE, 2022). Esse novo agente artificial possui autonomia parcial para influenciar o ambiente urbano por meio de recomendações e decisões automatizadas (ADM), exigindo que a dogmática jurídica administrativa se adapte para controlar não

apenas o ato humano, mas a própria lógica do design algorítmico (DUARTE, 2022; VALLE, 2020; COTINO HUESO, 2019).

O percurso delineado evidencia que o urbanismo digital não constitui mera inovação instrumental, mas reconfiguração estrutural do processo decisório administrativo. A transição do processamento simbólico ao aprendizado profundo desloca a formação da vontade estatal para sistemas capazes de produzir prognoses e orientar intervenções territoriais com base em inferências probabilísticas, impondo a ampliação do controle jurídico para além do ato humano, alcançando o próprio design algorítmico.

A integração da Inteligência Artificial (IA) no planejamento urbano contemporâneo marca a transição definitiva para a governança antecipatória, na qual a capacidade de predição estatística substitui a tradicional atuação administrativa meramente reativa (RIVERO ORTEGA, 2020; DUARTE, 2022). Nesse novo paradigma de "Cidade Resiliente", a tecnologia é empregada para mitigar o impacto de desastres naturais e gerir riscos ambientais em escalas que ultrapassam a cognição humana isolada (SASSEN, 2015a; DUARTE, 2022). Conforme as diretrizes da UNESCO, o uso de sistemas inteligentes deve ser voltado para a resiliência ante o risco de desastres, garantindo a vigilância e a regeneração dos ecossistemas urbanos (UNESCO, 2021; DUARTE, 2022).

O núcleo técnico dessas intervenções reside no aprendizado de máquina (*machine learning*) e, mais especificamente, no aprendizado profundo (*deep learning*), que utiliza redes neurais artificiais multicamadas para processar dados não estruturados e identificar padrões complexos (BARCAROLLO, 2021; FREIRE, 2022; ANDRADE, 2022).

Contudo, a eficácia desse processamento de dados exige que o Princípio da Precaução seja integrado ao design dos algoritmos (BIONI; LUCIANO, 2019; BINI, 2022). Como alerta, Saskia Sassen afirma que a hiperdigitalização do território pode gerar "expulsões" se os dados de treinamento não forem representativos ou se a tecnologia for usada para uma vigilância punitiva em vez de protetiva (SASSEN, 2015a; ANDRADE, 2022). Para garantir a legitimidade do planejamento inteligente, a explicabilidade algorítmica (XAI) torna-se um requisito jurídico essencial, permitindo que a Administração Pública justifique por que determinadas áreas foram classificadas como de risco elevado e quais critérios fundamentaram a intervenção no direito de propriedade e no uso do solo (DARPA, 2020; DUARTE, 2022; MORAL SORIANO, 2022).

Verifica-se, assim, que a utilização da inteligência artificial preditiva no monitoramento de riscos redefine o conteúdo material da função administrativa, deslocando-a para um modelo preventivo fundado em inferências algorítmicas e intervenções antecipadas sobre o território. Essa nova racionalidade decisória, embora amplie a capacidade estatal de proteção da vida, do meio ambiente e das infraestruturas críticas, aprofunda a dependência da Administração Pública em relação a sistemas intensivos em dados e plataformas tecnológicas complexas, tornando inafastável o debate sobre quem

controla as informações, as infraestruturas digitais e os próprios critérios de decisão. É a partir dessa constatação que o capítulo seguinte se aprofunda no exame da autonomia digital e da governança de dados no urbanismo, enfrentando os riscos de captura tecnológica e a necessidade de afirmação do controle público sobre os ativos informacionais que estruturam a cidade resiliente.

3 CAPÍTULO III: AUTONOMIA DIGITAL E GOVERNANÇA DE DADOS NO URBANISMO

A consolidação das cidades resilientes e orientadas por dados projeta a discussão para um plano estrutural mais sensível: o da autonomia digital e do controle público sobre os ativos informacionais que sustentam a gestão urbana. A crescente centralidade dos dados territoriais e comportamentais na formulação de políticas públicas expõe a Administração Pública a uma dependência tecnológica significativa em relação a infraestruturas e plataformas predominantemente privadas, capazes de influenciar, direta ou indiretamente, a conformação das decisões estatais. Nesse contexto, a governança de dados deixa de ser questão meramente técnica para assumir dimensão jurídico-institucional, exigindo a afirmação do controle público, da interoperabilidade, da transparência e da capacitação estatal como condições para preservar a autonomia decisória, a confiança cidadã e a integridade do interesse público no ambiente digital.

O risco central reside na dependência estrutural da Administração Pública em relação a um grupo restrito de empresas — como Google, Amazon, Microsoft, Apple, Meta e Baidu — que possuem capacidades computacionais que ultrapassam largamente as dos próprios Estados (LOPES, 2020; SILVA, 2022). Essa assimetria de poder pode resultar na captura regulatória, situação em que as políticas públicas urbanas são moldadas para atender a interesses corporativos sob o pretexto de eficiência técnica, sacrificando o interesse geral. Como observa o Conselho da Europa, a confiança do cidadão no sistema é corroída quando as fronteiras entre os interesses públicos e as responsabilidades das corporações privadas tornam-se indistintas (COUNCIL OF EUROPE, 2021).

Para mitigar essa dependência, é imperativo que a Administração Pública desenvolva uma governança de dados inteligente e centrada no controle público (CERRILLO I MARTÍNEZ, 2018). Isso exige que o Estado abandone a visão de "computador-arquivo" para assumir o papel de gestor de um ecossistema digital complexo, assegurando que o sensoriamento remoto e o monitoramento ambiental não resultem em "extrativismo de dados" sem reciprocidade social (MOROZOV, 2018; DUARTE, 2022). O modelo da Estônia, por meio do sistema X-Road, exemplifica como a interoperabilidade entre bases de dados descentralizadas, mas integradas sob padrões públicos, pode garantir a soberania sobre a identidade digital e os registros territoriais, impedindo a criação de "ilhas de sistemas" inalcançáveis pela fiscalização jurídica (NYMAN METCALF, 2019; TONIAZZO; DAMILANO, 2021).

Além da infraestrutura técnica, a soberania digital perpassa o combate à fratura digital cognitiva. A falta de literacia em dados (*data literacy*) entre os servidores públicos gera uma dependência perigosa de consultorias externas para a tomada de decisões estratégicas (GALINDO CALDÉS, 2019; RIVERO ORTEGA, 2020). Portanto, a construção de cidades resilientes deve ser acompanhada pelo fortalecimento da capacidade técnica do Estado para auditar algoritmos e gerir seus próprios ativos informacionais (GUTIÉRREZ DAVID, 2021). Somente por meio de uma arquitetura de dados transparente e interoperável, em conformidade com os princípios da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), será possível garantir que a inteligência artificial opere como um instrumento de Boa Administração, voltado à dignidade humana e à sustentabilidade do território, e não como uma ferramenta de vigilância e exclusão (VALERO TORRIJOS, 2019; TONIAZZO; DAMILANO, 2021).

Delineado esse quadro, constata-se que a soberania digital e a governança de dados constituem pressupostos estruturais da atuação administrativa no urbanismo algorítmico. O controle público sobre os ativos informacionais, a interoperabilidade das bases de dados e a capacitação técnica do Estado revelam-se condições indispensáveis para preservar a autonomia decisória da Administração e evitar a captura tecnológica das políticas urbanas. Todavia, mesmo assegurada essa arquitetura institucional mínima, subsiste questão central: de que modo as informações produzidas por sistemas inteligentes ingressam no processo decisório e condicionam o exercício da função administrativa. É a partir dessa indagação que o capítulo seguinte se desenvolve ao examinar a discricionariedade técnica no planejamento urbano, enfrentando os limites entre o juízo político-administrativo e a automação preditiva, bem como os riscos de substituição indevida da decisão humana por inferências algorítmicas.

4 CAPÍTULO IV: A VALIDADE DO ATO ADMINISTRATIVO ALGORÍTMICO: DISCRICIONARIEDADE, OPACIDADE E EXPLICABILIDADE

A incorporação de sistemas de inteligência artificial ao planejamento urbano desloca o eixo tradicional da discricionariedade administrativa, impondo a reavaliação dos limites entre a decisão político-administrativa e a influência crescente de modelos automatizados de predição. Se, no regime clássico, a discricionariedade representa espaço juridicamente delimitado de escolha orientada ao interesse público, no contexto do urbanismo algorítmico essa margem passa a ser progressivamente condicionada por inferências técnicas produzidas por sistemas de Tomada de Decisão Automatizada.

A integração da Inteligência Artificial (IA) no planejamento urbano impõe uma reanálise da discricionariedade administrativa, tradicionalmente definida como a margem de liberdade concedida por lei para que o administrador escolha, entre soluções igualmente legítimas, aquela que melhor atenda ao interesse público (DI PIETRO, 2022; BANDEIRA DE MELLO, 2011). No urbanismo, essa prerrogativa assume a forma de discricionariedade de planejamento (*Planungsermessen*), exigindo que

a Administração sopesa, de modo abrangente, interesses públicos e privados em conflito, como ocorre em obras de urbanização e na definição do uso do solo (SCHMIDT-ABMANN, 2015).

Com o advento dos sistemas de Tomada de Decisão Automatizada (ADM), a atuação estatal desloca-se para o que a doutrina denomina discricionariedade técnica. Diferente do mero "acertamento técnico" — onde a ciência oferece uma resposta unívoca e vinculada, como o cálculo de um tributo —, a discricionariedade técnica manifesta-se quando o saber científico é opinável, flexível ou insuficiente para determinar uma solução única (BANDEIRA DE MELLO, 1979; ROMAN, 2017). Trata-se de um "amálgama de conceitos antitéticos", pois une a objetividade da técnica à subjetividade da escolha administrativa (ROCHA, 2019). Nesse cenário, o administrador atua como um "perito do interesse público", devendo concretizar conceitos indeterminados como "perigo" ou "adequação" a partir de prognoses tecnológicas (STOBER, 2006; QUEIRÓ, 1980).

Todavia, a utilização de algoritmos de *deep learning* para subsidiar o planejamento urbano cria o risco da "cyberdelegação": a transferência do núcleo decisório, que deveria ser humano, para sistemas automatizados cujos critérios internos são frequentemente opacos (MORAL SORIANO, 2022; CUÉLLAR, 2016). Esse determinismo algorítmico pode reduzir indevidamente o espaço discricionário do gestor, que, sob o "viés de autoridade", tende a acatar cegamente as predições da máquina (CALIL; ARAUJO, 2021).

Juridicamente, é fundamental observar a Lei de Hume, que postula a impossibilidade de derivar um "dever ser" (normativo) puramente de um "ser" (descritivo) (GARCÍA FIGUEROA, 2014). Os padrões probabilísticos gerados pela IA são premissas descritivas e, portanto, incapazes de sustentar, por si sós, uma decisão de autoridade; a justificação legal exige um juízo valorativo humano que conecte esses dados aos princípios constitucionais (MORAL SORIANO, 2022). Além disso, as decisões sobre o território devem respeitar o princípio da subsidiariedade, garantindo que as deliberações sejam tomadas em tempo real e próximas ao local dos efeitos, valorizando o conhecimento imediato das autoridades locais (RIVERO ORTEGA, 2020).

Dessa forma, para que o planejamento algorítmico seja legítimo, a discricionariedade técnica não pode se converter em arbítrio tecnológico (VALERO TORRIJOS, 2019). A validade do ato administrativo depende da motivação, que não se satisfaz com a mera explicabilidade técnica (como o sistema funciona), mas exige a justificação jurídica (por que a escolha é legítima frente ao interesse público) (MORAL SORIANO, 2022). Somente por meio de uma supervisão humana efetiva (*human-in-the-loop*) é possível assegurar que a tecnologia sirva como ferramenta da Boa Administração, protegendo a dignidade humana e evitando que a "caixa negra" tecnológica anule os direitos fundamentais no espaço urbano (VALERO TORRIJOS, 2018; PONCE SOLÉ, 2019).

Delineado esse quadro, constata-se que a discricionariedade técnica, embora inevitavelmente informada por sistemas inteligentes, não pode ser substituída por automatismos preditivos nem

reduzida a mera homologação de resultados algorítmicos. A decisão administrativa permanece ato humano, jurídico e valorativo, cuja validade depende da motivação, da proporcionalidade e da responsabilidade do agente público.

Ademais, a implementação de sistemas de Inteligência Artificial (IA) no planejamento e na gestão das cidades resilientes enfrenta um dos obstáculos mais críticos da virada tecnológica: o fenômeno da opacidade algorítmica, amplamente designado como o efeito da "caixa-negra" (*black box*) (PASQUALE, 2015; DUARTE, 2022). Essa obscuridade manifesta-se quando, em razão da densidade técnica das redes neurais e do aprendizado profundo (*deep learning*), torna-se impossível para os programadores e para o poder público discernir como o sistema processou variáveis massivas para alcançar um resultado específico (ANDRADE, 2022; MORAL SORIANO, 2022). No contexto urbano, a opacidade compromete a legitimidade da atuação estatal, pois obsta o direito fundamental do cidadão de conhecer a fundamentação das decisões que impactam o território e o direito de propriedade (CERRILLO I MARTÍNEZ, 2019; DUARTE, 2022).

A doutrina identifica três dimensões principais da opacidade: a técnica, derivada da ininteligibilidade intrínseca de algoritmos com bilhões de parâmetros; a jurídica, pautada na proteção de segredos comerciais e direitos de propriedade intelectual de empresas privadas que fornecem as tecnologias ao Estado; e a organizacional, resultante do "analfabetismo digital" dos quadros administrativos que operam o sistema sem compreender sua ratio interna (BURRELL, 2016; GUTIÉRREZ DAVID, 2021; MORAL SORIANO, 2022). Essa complexidade técnica não é fortuita; como destaca Saskia Sassen, “[...] largas cadenas de transacciones que pueden terminar en simples expulsiones con frecuencia se originan en formas de conocimiento y de inteligencia que respetamos y admiramos [...]” (SASSEN, 2015, p. 11), resultando em um cenário onde “[...] con demasiada frecuencia la complejidad tiende a producir brutalidades elementales [...]” (SASSEN, 2015, p. 12).

Essa assimetria de visibilidade — sujeitos vigiados e transparentes frente a algoritmos opacos e inalcançáveis — redefine as relações de poder no interior da governamentalidade algorítmica, permitindo que a tecnologia direcione condutas de forma insidiosa (SASSEN, 2015a; ANDRADE, 2022). Nessa estrutura, a responsabilização torna-se difusa, pois “[...] el ‘opresor’ es cada vez más un sistema complejo que combina personas, redes y máquinas sin tener ningún centro visible [...]” (SASSEN, 2015, p. 21). O desdobramento jurídico e político dessa opacidade é a erosão da prestação de contas, uma vez que “[...] cuanto más complejo es un sistema, más difícil es de entender, más difícil es señalar con precisión las responsabilidades y más difícil es que cualquier miembro del sistema se sienta obligado a rendir cuenta [...]” (SASSEN, 2015, p. 242).

Para mitigar tais riscos, organismos internacionais, como o Conselho da Europa, têm enfatizado a necessidade de transição da "caixa-negra" para a "caixa-de-vidro", fundamentada na IA Explicável (XAI) (ALVES; ANDRADE, 2022; COUNCIL OF EUROPE, 2020). Diferente da transparência

técnica pura, que se limita ao acesso ao código-fonte — frequentemente ininteligível para não especialistas —, a explicabilidade exige que a lógica decisória seja traduzida em linguagem natural e formatos compreensíveis para os seres humanos afetados (DOTHI-VELEZ; KORTZ, 2017; FERRARI, 2018; MORAL SORIANO, 2022). No Direito Administrativo, essa exigência é um desdobramento do dever de motivação, assegurando que a decisão não seja apenas tecnicamente precisa, mas juridicamente justificada frente ao interesse público (VALERO TORRIJOS, 2019; PONCE SOLÉ, 2019).

Exemplos contenciosos, como o caso SyRI nos Países Baixos e o sistema BOSCO na Espanha, demonstram que algoritmos opacos utilizados para perfilamento e concessão de benefícios sociais foram declarados ilegais por violarem o direito à privacidade e o princípio da transparência (DUARTE, 2022; MORAL SORIANO, 2022). No urbanismo, a falta de rastreabilidade e a incapacidade de auditoria externa podem ocultar erros sistêmicos em predições de risco ambiental ou na alocação de infraestruturas, gerando desigualdades territoriais inquestionáveis (CERRILLO I MARTÍNEZ, 2019; FERRARI, 2018).

Portanto, a validade das decisões urbanas mediadas por IA depende da criação de protocolos de auditabilidade por design (COUNCIL OF EUROPE, 2020; GAO, 2021). O administrador público não pode se eximir da responsabilidade alegando desconhecimento técnico ou viés de automação (*automation bias*); ele deve garantir que a arquitetura algorítmica permita a supervisão humana efetiva (*human-in-the-loop*), possibilitando que qualquer predição da máquina seja testada, verificada e, se necessário, revogada por uma autoridade humana competente (VALERO TORRIJOS, 2019; DUARTE, 2022; GAO, 2021). Somente por meio de uma governança que priorize a explicabilidade sobre a mera eficiência será possível assegurar que o planejamento urbano inteligente não se converta em um instrumento de arbítrio tecnológico (PONCE SOLÉ, 2019; MORAL SORIANO, 2022).

Diante desse cenário, verifica-se que a opacidade algorítmica não constitui mero problema técnico, mas questão jurídico-institucional de primeira ordem, pois compromete o dever de motivação, fragiliza a prestação de contas e dificulta a imputação de responsabilidades. A exigência de explicabilidade, auditabilidade e supervisão humana efetiva revela-se condição indispensável para que a inteligência artificial permaneça instrumento da Boa Administração, e não fator de erosão das garantias constitucionais.

Todavia, mesmo sob regimes de transparência ampliada, subsiste problema ainda mais sensível: a dificuldade de reconstruir o nexos causal e identificar os responsáveis pelos danos produzidos em cadeias decisórias automatizadas. É a partir dessa constatação que o capítulo a seguir se dedica ao exame da responsabilidade civil e dos riscos sistêmicos associados à governança algorítmica, enfrentando os limites dos modelos tradicionais de imputação frente à autonomia operativa dos sistemas inteligentes e à fragmentação das decisões no ambiente digital.

5 CAPÍTULO V: RESPONSABILIDADE CIVIL E PRINCÍPIO DA PRECAUÇÃO FRENTE AOS RISCOS SISTÊMICOS

A progressiva incorporação de sistemas de inteligência artificial ao planejamento urbano projeta a problemática da responsabilidade civil para um novo patamar, marcado pela fragmentação decisória e pela autonomia operativa dos modelos algorítmicos. A mediação tecnológica da atuação administrativa enfraquece o vínculo clássico entre conduta humana e dano, exigindo a revisão das categorias tradicionais de imputação e a consideração dos riscos sistêmicos inerentes às cadeias decisórias automatizadas. Nesse contexto, torna-se necessário examinar em que medida o regime constitucional da responsabilidade objetiva do Estado é capaz de responder aos danos produzidos em ambientes informacionais complexos, nos quais múltiplos agentes — públicos e privados — participam da conformação do resultado lesivo.

A integração da Inteligência Artificial (IA) no planejamento das cidades resilientes introduz um desafio agudo ao instituto da responsabilidade civil: o enfraquecimento do liame causal entre a conduta de um agente humano e o dano eventualmente produzido (RIBEIRO, 2022; ANDRADE, 2022; DUARTE, 2022). Diferente das tecnologias tradicionais, os sistemas baseados em *machine learning* e *deep learning* possuem o que a doutrina denomina "comportamento emergente", sendo capazes de aprender com a própria experiência e oferecer respostas originais a estímulos ambientais que não foram antecipadas por seus programadores (MEDON, 2022; LOPES, 2022; DUARTE, 2022). Essa autonomia operativa cria uma "lacuna de responsabilidade" (*responsibility gap*), na qual as formas tradicionais de imputação subjetiva se mostram insuficientes, pois nenhum humano detém o controle total sobre os desdobramentos lógicos da máquina (MATTHIAS, 2004; LOPES, 2022).

No cenário das cidades globais, onde a gestão do território é mediada por fluxos massivos de dados, os erros algorítmicos assumem uma dimensão de risco sistêmico (SASSEN, 2015a; BARCAROLLO, 2021). Se um sistema inteligente falha ao prever um desastre geológico ou emite um alerta falso que gera pânico e prejuízos econômicos, a identificação do agente responsável — seja o desenvolvedor, o fornecedor de dados ou o gestor público — torna-se uma tarefa hercúlea devido à multiplicidade de atores envolvidos na "cadeia de vida" do algoritmo (VALERO TORRIJOS, 2019; LOPES, 2022; DUARTE, 2022). Como observa Saskia Sassen, a hiperdigitalização pode intensificar as "dinâmicas de expulsão", onde falhas tecnológicas invisibilizadas pela opacidade da "caixa-negra" resultam na perda de direitos fundamentais sem que haja um centro claro de imputação (SASSEN, 2015a; ANDRADE, 2022).

Sob a ótica do Direito brasileiro, a responsabilidade civil do Estado é, por regra constitucional, objetiva (Art. 37, § 6º, CRF/88), fundamentando-se na teoria do risco administrativo (DI PIETRO, 2022; DUARTE, 2022). Isso significa que a Administração Pública responde pelos danos causados por seus sistemas inteligentes independentemente da existência de culpa (DIAS, 2022; DUARTE, 2022).

Contudo, a prova do nexo de causalidade permanece como um obstáculo, pois o lesado dificilmente conseguirá demonstrar como uma decisão automatizada em um ambiente de dados interconectados causou especificamente o dano (MULHOLLAND, 2019; DUARTE, 2022). Diante dessa complexidade, a doutrina contemporânea defende a aplicação da teoria do risco da atividade e do princípio da "bolso profundo" (*deep pocket*), sugerindo que quem auferir lucros ou exerce o controle sobre uma tecnologia que gera riscos coletivos deve ser o garantidor final das externalidades negativas (MAGRANI; SILVA; VIOLA, 2019; ČERKA; GRIGIENĖ; SIRBIKYTĖ, 2015; LOPES, 2022).

Para mitigar a ineficácia das pretensões ressarcitórias, propõe-se a socialização dos riscos por meio de mecanismos como seguros obrigatórios para IAs de alto risco ou a criação de fundos de garantia (SOUZA, 2022; LOPES, 2022; DUARTE, 2022). A adoção do *Rule of Law by Design* exige que a arquitetura dos sistemas urbanos inclua protocolos de auditabilidade e rastreabilidade, permitindo que a cadeia causal seja reconstituída por autoridades humanas competentes (DEL CERRO, 2022; COUNCIL OF EUROPE, 2020). Somente por meio de um regime de responsabilidade que transcenda a culpa individual e reconheça a natureza sistêmica dos danos tecnológicos será possível assegurar a justiça compensatória no seio da governamentalidade algorítmica (SASSEN, 1993; ANDRADE, 2022; MORAL SORIANO, 2022).

Delineado esse quadro, verifica-se que a responsabilidade civil, embora ancorada no risco administrativo, mostra-se tensionada pela opacidade, pela dispersão causal e pela autonomia funcional dos sistemas inteligentes. A dificuldade de reconstrução do nexo de causalidade e a multiplicidade de atores envolvidos na cadeia algorítmica impõem a adoção de modelos ampliados de imputação, fundados no risco da atividade, na socialização dos danos e na exigência de arquiteturas técnicas auditáveis por design. A Administração Pública, enquanto garantidora final da integridade do interesse público, não pode se eximir da obrigação de reparar os prejuízos decorrentes de tecnologias que opera ou autoriza, ainda que mediadas por infraestruturas privadas.

A implementação de sistemas de Inteligência Artificial (IA) para a resiliência urbana transporta o Direito Administrativo do campo da prevenção — focado em riscos conhecidos e quantificáveis — para o domínio do princípio da precaução (BIONI; LUCIANO, 2019; COTINO HUESO, 2019). Enquanto a prevenção lida com perigos cujas causas são cientificamente comprovadas, a precaução é invocada diante da incerteza científica e do risco de danos graves ou irreversíveis ao tecido social e ambiental (GOMES, 2007; ROSENVALD, 2022). No contexto das cidades globais, onde algoritmos de *deep learning* gerem infraestruturas críticas, a falta de evidências sobre os efeitos colaterais de longo prazo de uma decisão automatizada não deve servir de pretexto para a omissão estatal na proteção dos direitos fundamentais (SASSEN, 2015a; BIONI; LUCIANO, 2019; BELLOSO MARTÍN, 2023).

No design de algoritmos voltados à resiliência, a precaução manifesta-se por meio da chamada "cautela de capacidade" (*capability caution*), que exige a imposição de limites éticos e técnicos às funcionalidades da IA, evitando o uso indevido de sistemas que possam levar ao controle social ou à manipulação de condutas (FLORIDI et al., 2018; COTINO HUESO, 2019; UNESCO, 2021). Como observa Saskia Sassen, a hiperdigitalização do território pode intensificar as "dinâmicas de expulsão" de forma invisível; logo, o princípio da precaução atua como um freio ao determinismo algorítmico, garantindo que a busca por eficiência não anule a autonomia individual e a pluralidade democrática na "rua global" (SASSEN, 2015a; SASSEN, 2015b; COTINO HUESO, 2019).

Do ponto de vista normativo, a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) e o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (GDPR) europeu surgem como "portais de entrada" para o princípio da precaução na regulação da IA (BIONI; LUCIANO, 2019; LOPES, 2022). Instrumentos como o Relatório de Impacto à Proteção de Dados Pessoais e o Relatório de Impacto Algorítmico são ferramentas precaucionais indispensáveis, pois obrigam a Administração Pública e os desenvolvedores a avaliarem e mitigarem riscos antes que a tecnologia seja implantada em larga escala (BRASIL, 2018; KAMINSKI, 2021; TRANSPARÊNCIA BRASIL, 2022). A precaução exige, portanto, um modelo de responsabilidade ativa (*accountability*), no qual os agentes devem demonstrar, de forma proativa, que o sistema foi concebido para respeitar a dignidade humana e a sustentabilidade socioambiental (SANTOS; PEREIRA; GANDRA, 2019; COUNCIL OF EUROPE, 2021).

Para assegurar o cumprimento desse princípio no urbanismo digital, a doutrina preconiza a reintrodução do elemento humano no ciclo de decisão (*human-in-the-loop*) (VALERO TORRIJOS, 2019; BELLOSO MARTÍN, 2023). A supervisão humana efetiva garante que decisões críticas — como a classificação de áreas de risco ou a remoção de populações — não sejam tomadas puramente com base em premissas descritivas e padrões probabilísticos (MORAL SORIANO, 2022). Somente ao integrar o rigor técnico da IA com a sabedoria prática (*phronesis*) e o juízo de valor humano, será possível transformar a cidade global em um ambiente verdadeiramente resiliente, onde a inovação tecnológica não transgride os limites superiores da segurança coletiva e da integridade física e mental dos cidadãos (DUARTE, 2022; BARCAROLLO, 2021; LLANO ALONSO, 2023).

Delineado esse panorama, constata-se que o princípio da precaução assume função estruturante no urbanismo algorítmico, impondo à Administração Pública o dever de antecipar riscos, limitar funcionalidades tecnológicas potencialmente lesivas e assegurar supervisão humana efetiva nas decisões críticas. A gestão de incertezas passa a integrar o próprio conteúdo da função administrativa, exigindo responsabilidade ativa, avaliação prévia de impactos e contenção do determinismo algorítmico, de modo a preservar a dignidade da pessoa humana e a integridade do território. A inovação técnica, por si só, não legitima intervenções estatais dissociadas de prudência, proporcionalidade e controle jurídico.

Todavia, a eficácia da precaução depende da inclusão dos sujeitos afetados no processo decisório e do enfrentamento das assimetrias de acesso às tecnologias digitais. É sob essa perspectiva que o capítulo seguinte se dedica ao exame da participação cidadã e da fratura digital, analisando os riscos de exclusão algorítmica e o papel das conferências de consenso como instrumentos de legitimação democrática da governança antecipatória.

6 CAPÍTULO VI: GOVERNANÇA INTELIGENTE E PARTICIPAÇÃO CIDADÃ: DA "RUA GLOBAL" À *GLOBAL LEX DIGITALIS*

A incorporação da inteligência artificial à governança urbana impõe à Administração Pública o dever de integrar a participação cidadã ao próprio processo de formação das decisões tecnológicas. A atuação antecipatória, fundada em modelos preditivos, não pode prescindir da legitimação democrática, sob pena de converter a eficiência algorítmica em instrumento de distanciamento entre o Estado e os administrados. A participação deixa de configurar mero rito formal para assumir função estruturante na definição do futuro desejável do território, exigindo a construção de espaços deliberativos capazes de articular conhecimento técnico e experiência social.

Todavia, a efetividade dessa abertura participativa encontra limite significativo na fratura digital, fenômeno que projeta desigualdades estruturais sobre o acesso, a compreensão e a influência nos ambientes decisórios mediados por tecnologia. A exclusão material, cognitiva e funcional de grupos vulneráveis compromete a universalidade do direito à participação e pode gerar invisibilidade algorítmica, com reflexos diretos na formulação das políticas urbanas. O presente capítulo examina, assim, os mecanismos de inclusão deliberativa — como as conferências de consenso e as ferramentas de e-democracia — e os riscos de exclusão decorrentes das assimetrias digitais, à luz do dever estatal de assegurar igualdade substancial e legitimidade democrática na governança inteligente.

A transição para uma governança urbana mediada pela Inteligência Artificial (IA) exige que a Administração Pública não se limite a prever cenários, mas que articule uma "conversação estratégica" com os sujeitos afetados pelas decisões tecnológicas (RIVERO ORTEGA, 2020). No paradigma da Sociedade 5.0, a participação cidadã deixa de ser um rito formal para tornar-se uma ferramenta de legitimação da governança antecipatória, visto que “[...] la participación del mayor número de actores en foros donde todos puedan expresarse con la mayor libertad y confianza [...] puede incrementar de forma notable la calidad de las decisiones [...]” (RIVERO ORTEGA, 2020, p. 92).

Para isso, utilizam-se metodologias como as “[...] «conferencias de consenso» (consensus conference), reuniones de expertos en las que participan ciudadanos que pueden realizar aportaciones y formular preguntas [...]” (RIVERO ORTEGA, 2020, p. 92), nas quais especialistas e cidadãos colaboram para definir o futuro desejável do território (RIVERO ORTEGA, 2020; BIJOS; OLIVEIRA, 2021). No cenário brasileiro, o conceito de e-democracia materializa-se em ferramentas como o

"Wikilégis", que permite a construção colaborativa de textos legais, rompendo limites geográficos e fomentando a soberania popular no ambiente digital (LACERDA, 2021).

Contudo, a efetividade dessa participação enfrenta o obstáculo crítico da fratura digital (*digital divide*), um fenômeno de desigualdade estrutural que se projeta sobre o sistema de direitos fundamentais (VANTIN, 2021; FERRASSO DA SILVA, 2020). Essa exclusão ocorre em três níveis: o acesso material aos dispositivos, a literacia ou competência cognitiva para operar as ferramentas e, por fim, a disparidade nos resultados sociais obtidos através do uso da rede (VANTIN, 2021; ONUMA, 2021). Grupos vulneráveis, como idosos, populações de baixa renda e pessoas com deficiência — a exemplo dos surdos não oralizados que enfrentam barreiras comunicacionais por falta de acessibilidade em Libras nos portais públicos — correm o risco de serem marginalizados dos processos decisórios das cidades inteligentes (ONUMA, 2021; SEGALLA; BOTELHO, 2021).

Sob a análise de Saskia Sassen, essa assimetria tecnológica alimenta as "dinâmicas de expulsão", nas quais indivíduos sem "pegada digital" tornam-se invisíveis aos algoritmos de planejamento urbano e às estatísticas econômicas oficiais (SASSEN, 2015a; SASSEN, 1998b). Quando o planejamento inteligente foca apenas na otimização de fluxos para o capital global, a "rua global" deve emergir como o espaço estratégico onde os desfavorecidos se tornam visíveis uns aos outros para reivindicar o direito à cidade e reformular o político frente à neutralização do possível imposta pela técnica (SASSEN, 2011; SASSEN, 2015b; ANDRADE, 2022).

Para que a IA não se converta em um instrumento de "ditadura do algoritmo" e despersonalização social, é imperativo que o Estado promova a literacia em dados entre os cidadãos e servidores, garantindo que a transparência e a explicabilidade sejam a "moeda de confiança" do sistema (RODOTÀ, 2014; GAO, 2021). Somente mediante um design inclusivo, que considere a diversidade de gênero, raça e condição socioeconômica desde a concepção dos sistemas (*by design*), será possível assegurar que a inovação tecnológica no território atenda ao interesse público e não aprofunde as fraturas sociais já existentes na cidade global (VALLE, 2020; BELLOSO MARTÍN, 2023).

Delineado esse quadro, verifica-se que a participação cidadã constitui condição de legitimidade da governança algorítmica, mas sua eficácia depende da superação das desigualdades estruturais que alimentam a fratura digital. A Administração Pública deve assegurar não apenas canais formais de consulta, mas condições materiais e cognitivas para o exercício efetivo da deliberação, sob pena de transformar a inovação tecnológica em vetor de exclusão. Transparência, literacia digital e design inclusivo revelam-se instrumentos essenciais para preservar o caráter democrático do planejamento urbano mediado por inteligência artificial.

Entretanto, a complexidade transnacional dos fluxos de dados e das infraestruturas digitais evidencia que a governança algorítmica ultrapassa os limites do Estado nacional, exigindo a construção de padrões normativos mais amplos.

A complexidade sistêmica imposta pela inteligência artificial (IA) nas metrópoles contemporâneas sinaliza a obsolescência dos modelos regulatórios puramente nacionais e estáticos (BARCAROLLO, 2021; DUARTE, 2022). Diante da natureza transnacional dos fluxos de dados e da infraestrutura digital, emerge a necessidade de uma "Global Lex Digitalis": um conjunto de *standards* e normas ético-jurídicas de alcance global que regulem os limites da intervenção técnica na vida humana (TEUBNER, 2016; BARCAROLLO, 2021). Esse novo paradigma, fundado no humanocentrismo, postula que a tecnologia deve atuar como um facilitador do convívio social, subordinando a eficiência algorítmica à preservação da essência e dignidade do sujeito (SOUZA; ENGELMANN, 2021; BARCAROLLO, 2021).

Para que essa governança seja efetiva, é imperativo observar o princípio da subsidiariedade, garantindo que as decisões mediadas por algoritmos sejam tomadas em tempo real e próximas ao local onde produzirão seus efeitos (RIVERO ORTEGA, 2020). A descentralização administrativa permite que as comunidades locais utilizem sistemas inteligentes para responder de forma autônoma a riscos ambientais e sociais, evitando soluções de "tamanho único" que ignoram as particularidades do território (RIVERO ORTEGA, 2020; DUARTE, 2022). Ao mesmo tempo, a implementação de mecanismos de "Rule of Law by Design" assegura que as garantias constitucionais e o devido processo legal tecnológico estejam integrados na própria arquitetura dos sistemas ADM (Tomada de Decisão Automatizada) (DEL CERRO, 2022; ALVES; ANDRADE, 2022).

Em última análise, a construção de cidades resilientes no século XXI depende da transição de uma visão puramente técnica da IA para uma abordagem que privilegie a sabedoria prática (*phronesis*) (ENGELMANN; FLORES, 2010; BARCAROLLO, 2021). Somente por meio da sinergia entre o alto poder de processamento das máquinas e a sensibilidade ética humana será possível alcançar a "eudaimonia" — o florescimento humano e o bem-estar coletivo (IEEE, 2019; BARCAROLLO, 2021). A IA, portanto, não deve ser vista como um fim em si mesma, mas como um vetor de desenvolvimento sustentável que, operando sob uma governança transparente e responsável, protege a vida e o meio ambiente no seio da sociedade em rede (SASSEN, 1993; COMISSÃO EUROPEIA, 2019; DUARTE, 2022).

Diante desse panorama, constata-se que a governança inteligente somente se legitima quando subordinada a um regime jurídico que integre eficiência tecnológica, controle democrático e proteção dos direitos fundamentais. A Global Lex Digitalis não se apresenta como substitutiva das ordens jurídicas nacionais, mas como complemento necessário à regulação de ecossistemas digitais que ultrapassam fronteiras territoriais, exigindo coordenação normativa, interoperabilidade institucional e incorporação das garantias constitucionais no próprio desenho dos sistemas automatizados.

7 CONCLUSÃO

A incorporação da Inteligência Artificial ao planejamento urbano representa uma inflexão estrutural na forma de exercício da função administrativa. Não se trata de mera inovação instrumental, mas de transformação qualitativa no processo de formação da vontade estatal, agora mediado por sistemas capazes de aprender, inferir e recomendar intervenções com base em padrões probabilísticos. A passagem do modelo informacional estático para a decisão assistida por algoritmos impõe a revisão das categorias clássicas do Direito Administrativo, especialmente no que concerne à motivação, ao controle e à responsabilidade dos atos administrativos.

A primeira conclusão que se impõe é a de que a automação decisória não desloca a titularidade da competência administrativa. Ainda que sistemas de Tomada de Decisão Automatizada influenciem substancialmente o conteúdo das escolhas públicas, a decisão permanece juridicamente imputável à Administração. Não há transferência legítima do núcleo decisório para a máquina. A inteligência artificial pode subsidiar, mas não substituir o juízo valorativo humano, sob pena de violação ao princípio da legalidade e de esvaziamento do controle jurisdicional.

Em segundo lugar, a opacidade algorítmica revela-se incompatível com o regime constitucional da motivação. A validade do ato administrativo pressupõe a explicitação das razões que o fundamentam, o que exige que a lógica decisória automatizada seja traduzível em termos compreensíveis e auditáveis. A explicabilidade não constitui exigência meramente técnica, mas desdobramento do devido processo legal e da garantia de acesso à justiça. A ausência de rastreabilidade compromete o contraditório, dificulta a responsabilização e fragiliza a confiança institucional.

No plano da responsabilidade civil, verifica-se que a complexidade das cadeias decisórias automatizadas tensiona o tradicional nexo de causalidade, mas não afasta o regime objetivo de responsabilização estatal. Ao contrário, reforça-o. A Administração responde pelos danos decorrentes de sistemas que integra ao seu aparato decisório, devendo adotar medidas preventivas, mecanismos de auditabilidade e instrumentos de socialização de riscos compatíveis com a magnitude das externalidades tecnológicas. A responsabilidade não pode ser diluída na complexidade sistêmica.

A pesquisa demonstra, ainda, que a governança urbana orientada por dados somente se legitima quando acompanhada da preservação da soberania digital e do controle público sobre os ativos informacionais estratégicos. A dependência estrutural de infraestruturas privadas pode comprometer a autonomia decisória estatal e favorecer dinâmicas de captura regulatória. Impõe-se, portanto, o fortalecimento institucional do Estado como gestor de seu próprio ecossistema de dados, assegurando interoperabilidade, transparência e capacitação técnica.

No âmbito principiológico, o deslocamento da prevenção para a precaução constitui elemento central do urbanismo digital. Diante da incerteza inerente a sistemas autoaprendentes, a Administração deve agir sob lógica prudencial, incorporando salvaguardas éticas ao design dos algoritmos e

preservando, em qualquer circunstância, a dignidade da pessoa humana como parâmetro último de validade. A eficiência não pode se converter em critério absoluto, nem justificar restrições desproporcionais à autonomia individual.

Ademais, a pesquisa evidencia que a governança algorítmica somente se sustenta sob bases democráticas quando acompanhada de participação cidadã efetiva e de políticas de inclusão digital. A exclusão informacional compromete a legitimidade das decisões públicas e amplia desigualdades estruturais. A inteligência artificial deve operar como instrumento de ampliação da cidadania, não como mecanismo de invisibilização social.

Por fim, a complexidade transnacional dos fluxos digitais impõe a necessidade de harmonização normativa capaz de submeter a tecnologia a standards jurídicos comuns, preservando os valores do Estado de Direito em ambiente globalizado. A construção de parâmetros regulatórios convergentes não significa abdicação da soberania, mas sua reafirmação em nova dimensão.

Em síntese, o urbanismo algorítmico somente será compatível com a ordem constitucional se estruturado sob quatro pilares: centralidade da decisão humana, motivação transparente e auditável, responsabilidade objetiva e governança prudencial orientada pela dignidade da pessoa humana. A inteligência artificial deve ser compreendida como instrumento da Boa Administração, e não como instância autônoma de poder. A permanência da supremacia do Direito sobre a técnica constitui a condição essencial para que a cidade inteligente seja, antes de tudo, uma cidade juridicamente legítima.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Marco Antônio Sousa; ANDRADE, Otávio Morato de. Autonomia individual em risco? Governamentalidade algorítmica e a constituição do sujeito. *Cadernos Metrópole*, São Paulo, v. 24, n. 55, p. 1007-1023, set./dez. 2022.
- ANDRADE, Otávio Morato de. Governamentalidade algorítmica: democracia em risco? 1. ed. São Paulo: Dialética, 2022.
- BANDEIRA DE MELLO, Celso Antônio. Curso de direito administrativo. 28. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2011.
- BARCAROLLO, Felipe. Inteligência artificial: aspectos ético-jurídicos. Coimbra: Almedina, 2021.
- BIONI, Bruno; LUCIANO, Maria. O Princípio da Precaução na Regulação de Inteligência Artificial: seriam as leis de proteção de dados o seu portal de entrada? In: FRAZÃO, Ana; MULHOLLAND, Caitlin (Coord.). Inteligência artificial e direito: ética, regulação e responsabilidade. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2019. p. 216-245.
- BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.
- BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Brasília, DF, 2018.
- BURRELL, Jenna. How the machine ‘thinks’: Understanding opacity in machine learning algorithms. *Big Data & Society*, v. 3, n. 1, p. 1-12, 2016.
- CADEMARTORI, Luiz Henrique Urquhart. Discricionariedade administrativa no Estado Constitucional de Direito. 2. ed. Curitiba: Juruá, 2007.
- CALIL, D. C. S. B.; ARAUJO, V. S. Inovação na administração pública: o impacto da tecnologia na discricionariedade administrativa. In: FUX, L. et al. (coords.). Tecnologia e justiça multiportas. Indaiatuba: Foco, 2021.
- ČERKA, Paulius; GRIGIENĖ, Jurgita; SIRBIKYTĖ, Gintarė. Liability for damages caused by Artificial Intelligence. *Computer Law & Security Review*, v. 31, n. 3, p. 376-389, 2015.
- CERRILLO I MARTÍNEZ, Agustí. Datos masivos y datos abiertos para una gobernanza inteligente. *El Profesional de la Información*, v. 27, n. 5, p. 1128-1135, 2018.
- CERRILLO I MARTÍNEZ, Agustí. Com obrir les caixes negres de les administracions públiques? Transparència i rendició de comptes en l’ús dels algoritmes. *Revista Catalana de Dret Públic*, Barcelona, n. 58, p. 13-28, 2019.
- COMISSÃO EUROPEIA. Orientações éticas para uma IA de confiança. Bruxelas: Grupo de Peritos de Alto Nível (AI HLEG), 2019.
- COTINO HUESO, Lorenzo. Ética en el diseño para el desarrollo de una inteligencia artificial, robótica y big data confiables y su utilidad desde el derecho. *Revista Catalana de Dret Públic*, Barcelona, n. 58, p. 29-48, 2019.

COUNCIL OF EUROPE. Council of Europe Study DGI(2021)04: A legal framework for AI systems. Estrasburgo: Council of Europe, 2021.

CUÉLLAR, Mariano-Florentino. Cyberdelegation and the Administrative State. Stanford Public Law Working Paper, n. 2754385, 2016.

DARPA. Explainable Artificial Intelligence (XAI). Program Update, 2020. Disponível em: <https://www.darpa.mil/program/explainable-artificial-intelligence>.

DEL CERRO, Marcelo. Transparencia y eficiencia algorítmica en un escenario de «IA Fuerte»: ¿hacia un cambio inminente de paradigma en la ciencia jurídica? *Ars Iuris Salmanticensis*, Salamanca, v. 10, p. 11-26, dez. 2022.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. Direito administrativo. 35. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2022.

DOSHI-VELEZ, Finale; KORTZ, Mason. Accountability of AI Under the Law: The Role of Explanation. Cambridge: Berkman Klein Center Working Paper, 2017.

DUARTE, Fernando Dias. A inteligência artificial aplicada na decisão administrativa pública no Brasil. 139 f. Dissertação (Mestrado em Direito Administrativo) – Faculdade de Direito, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2022.

FERRARI, Isabela; BECKER, Daniel; WOLKART, Erik Navarro. Arbitrium ex machina: panorama, riscos e a necessidade de regulação das decisões informadas por algoritmos. *Revista dos Tribunais*, São Paulo, v. 995, p. 635-655, set. 2018.

FLORIDI, Luciano et al. AI4People—An Ethical Framework for a Good AI Society. *Minds and Machines*, v. 28, n. 4, p. 689-707, 2018.

FREIRE, Bruno. A proteção do processo humanizado na era da inteligência artificial. 2022. 162 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

GAO. Artificial Intelligence: An Accountability Framework for Federal Agencies and Other Entities. Washington, DC: U.S. Government Accountability Office, 2021.

GARCÍA FIGUEROA, Alfonso. Criaturas de la moralidad: una aproximación evolutiva a la ética y el derecho. Madrid: Trotta, 2014.

GOMES, Carla Amado. Risco e modificação do acto autorizativo concretizador de deveres de protecção do ambiente. Lisboa: ICJP, 2007.

GUTIÉRREZ DAVID, María Estrella. Administraciones inteligentes y acceso al código fuente y los algoritmos públicos. Conjurando riesgos de cajas negras decisionales. *Derecom*, n. 30, p. 143-228, 2021.

IEEE. Ethically Aligned Design: A Vision for Prioritizing Human Well-being with Autonomous and Intelligent Systems. New York: IEEE, 2019.

LACERDA, Weder. Ciberpolítica e E-democracia: o parlamento na era digital. São Paulo: Tirant lo Blanch, 2021.

LLANO ALONSO, Fernando H. (dir.). *Inteligencia artificial y Filosofía del Derecho*. Murcia: Ediciones Laborum, 2022.

LOPES, Giovana. *A inteligência artificial e o direito: explicabilidade e responsabilidade*. 2022. Dissertação (Mestrado em Direito) – [Instituição], [Cidade], 2022.

MATTHIAS, Andreas. The responsibility gap: Ascribing responsibility for the actions of learning automata. *Ethics and Information Technology*, v. 6, p. 175-183, 2004.

MORAL SORIANO, Leonor. *Inteligencia Artificial y decisiones administrativas*. In: LLANO ALONSO, Fernando H. (dir.). *Inteligencia artificial y Filosofía del Derecho*. Murcia: Ediciones Laborum, 2022. p. 475-502.

MOROZOV, Evgeny. *Big tech: A ascensão dos dados e a morte da política*. São Paulo: Ubu, 2018.

OCDE. *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*. Paris: OECD Publishing, 2019.

PASQUALE, Frank. *The Black Box Society: The Secret Algorithms That Control Money and Information*. Cambridge: Harvard University Press, 2015.

PONCE SOLÉ, Juli. *Inteligencia artificial, Derecho administrativo y reserva de humanidad*. *Revista General de Direito Administrativo*, Madri, n. 50, 2019.

QUEIRÓ, Afonso Rodrigues. Poder discricionário no direito administrativo brasileiro. *Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 179, p. 51-92, jan./jun. 1980.

RIBEIRO, Júlia Melo Carvalho. *A (des)regulação da inteligência artificial: uma análise da responsabilidade civil no Brasil*. 2022. 165 f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

RIVERO ORTEGA, Ricardo. *Gobernanza anticipatoria y proactividad administrativa: las virtudes de la descentralización*. San Sebastián: Instituto Vasco de Administración Pública, 2020.

_____. *¿Existe un arquetipo universal del derecho administrativo? El ejemplo de Japón*. *Revista de Administración Pública*, Madri, n. 219, p. 273-294, 2022.

_____. *Derecho e inteligencia artificial: cuatro estudios*. Santiago: Ediciones Olejnik, 2023.

ROMAN, Flávio José. *Intervenções da Administração Pública na economia: o problema da discricionariedade técnica*. In: *Enciclopédia Jurídica da PUCSP*. São Paulo: PUCSP, 2017.

ROSENVALD, Nelson. *A falácia da responsabilidade subjetiva na regulação da IA*. Migalhas, 2022.

SANTOS, Cristiano Lange dos; FURLANETTO, Claudia P.; GANDRA, João. *A inteligência artificial no Direito brasileiro*. *Revista de Estudos Eleitorais*, v. 3, n. 8, 2019.

SASSEN, Saskia. *A Cidade Global*. In: LAVINAS, L. et al. *Reestruturação do espaço urbano e regional no Brasil*. São Paulo: ANPUR/Hucitec, 1993.

_____. *As cidades na economia mundial*. São Paulo: Studio Nobel, 1998b.

_____. *El Estado y La nueva geografía del poder*. In: VIGEVANI, Tullo et al. (org.). *A dimensão subnacional e as relações internacionais*. São Paulo: EDUC, 2004.

_____. A Sociology of Globalization. New York: W. W. Norton, 2007.

_____. Sociologia da Globalização. Porto Alegre: Artmed, 2010.

_____. A política como lugar. O Estado de S. Paulo, 24 dez. 2011.

_____. Expulsiones: brutalidad y complejidad en la economía global. Madrid: Katz, 2015a.

SCHMIDT-ABMANN, Eberhard. A teoria geral do direito administrativo como sistema. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2015.

SEGALLA, Juliana I. S. F.; BOTELHO, Marcos César. A Lei Geral de Proteção de Dados e as pessoas surdas não oralizadas. In: VEIGA, F. S.; ZAŁUCKI, M. (coords.). LegalTech, Artificial Intelligence and the Future of Legal Practice. Porto/Kraków: IBEROJUR, 2022. p. 452-462.

SILVA, Antonio Donizete Ferreira da. A informatização do Poder Judiciário e a governança inteligente. 2018. Tese (Doutorado) – [Instituição], [Cidade], 2018.

SOUZA, Artur César de. Imparcialidade do juiz: similitudes e diferenciação. Revista de Processo, v. 270, p. 57-83, 2017.

TEUBNER, Gunther. Fragmentos constitucionais: constitucionalismo societal na globalização. São Paulo: Saraiva, 2016.

TONIAZZO, Daniela Wendt; DAMILANO, Cláudio Teixeira. Transparência no compartilhamento de dados pela Administração Pública. In: VEIGA, F. S.; ZAŁUCKI, M. (coords.). LegalTech, Artificial Intelligence and the Future of Legal Practice. Porto/Kraków: IBEROJUR, 2022. p. 452-462.

TRANSPARÊNCIA BRASIL. Recomendações de Governança: Uso de IA pelo Poder Público. São Paulo, 2022.

UNESCO. Recomendação sobre a ética da inteligência artificial. Paris: UNESCO, 2021.

VALERO TORRIJOS, Julián. A tramitação do procedimento administrativo por meios eletrônicos. In: ALMEIDA, M.; MÍGUEZ, L. (dirs.). A atualização da administração eletrônica. Santiago de Compostela: Andavira, 2018. p. 175-216.

VALLE, Vanice Lírio do. Inteligência artificial incorporada à Administração Pública: mitos e desafios teóricos. A&C – Revista de Direito Administrativo & Constitucional, Belo Horizonte, ano 20, n. 81, p. 179-200, jul./set. 2020.