EVENTO ON-LINE
ConBRepro
XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

A Gestão da Inovação em Ecossistemas Urbanos: Orquestrando a Hélice Quádrupla através dos *Urban Living Labs*

Anderson Saccol Ferreira
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS-Multicampi) - UTFPR
João Luiz Kovaleski
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP-PG) - UTFPR
Gilson Ditzel Santos
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS-Multicampi) - UTFPR

Resumo: Este ensaio teórico analisa a gestão da inovação em ecossistemas urbanos a partir de um paradoxo das cidades inteligentes, onde o avanço tecnológico muitas vezes falha em gerar benefícios reais para a população. Argumenta-se que a solução reside na integração entre os modelos de hélice, que estruturam a governança e a articulação de atores, e os *Urban Living Labs*, que funcionam como plataformas práticas de experimentação. Enquanto as hélices definem a direção estratégica e legitimam a participação da sociedade civil, os laboratórios permitem testar soluções em contextos reais antes de sua implementação em larga escala. Essa sinergia cria um fluxo bidirecional de conhecimento capaz de reduzir riscos como a dependência tecnológica e a burocracia excessiva. Propõe-se um framework de gestão da inovação que converte retórica política em valor público tangível. A transformação urbana depende da união entre uma estratégia institucional sólida e uma capacidade operacional ágil e participativa.

Palavras-chave: *Urban Living Labs*; Ecossistemas de Inovação; Cidades Inteligentes; Hélice Quádrupla; Inovação

Innovation Management in Urban Ecosystems: Orchestrating the Quadruple Helix through Urban Living Labs

Abstract: This theoretical essay analyzes innovation management in urban ecosystems through the paradox of smart cities, where technological advancement frequently fails to deliver concrete benefits to the population. It argues that the solution resides in integrating helix models, which structure governance and actor coordination, with Urban Living Labs, which serve as practical experimentation platforms. While the helices set strategic direction and legitimize civil society participation, the labs enable testing solutions in real-world contexts before large-scale implementation. This synergy creates a bidirectional knowledge flow that can mitigate risks such as technological lock-in and excessive bureaucracy. This paper proposes an innovation management framework to translate political rhetoric into

tangible public value. Ultimately, urban transformation depends on unifying robust institutional strategy with agile, participatory operational capacity.

Keywords: Urban Living Labs; Innovation Ecosystems; Smart Cities; Quadruple Helix; Innovation

1. Introdução

A expansão das iniciativas de cidades inteligentes ao longo da última década produziu um paradoxo que a literatura começa a reconhecer com crescente precisão: o avanço tecnológico não se traduziu, de forma proporcional, em resultados concretos para os cidadãos. Projetos ambiciosos de transformação digital urbana coexistem com baixa efetividade na geração de valor público, o que revela que o problema é a incapacidade de convertê-la em soluções aderentes às demandas reais da coletividade (Barrutia et al. 2022; Guenduez e Mergel 2022; Casimiro e Nohara 2025).

O caso de Barcelona sintetiza esse fenômeno com precisão: a distância entre a retórica inspiradora e a implementação medíocre decorre, em grande medida, da desarticulação entre os níveis político e executivo da governança urbana, em que a coordenação recai sobre os funcionários, além de suas funções oficiais, sem estrutura ou legitimidade para sustentar a inovação no longo prazo (Alizadeh, Dutia e Clements, 2024). Esse diagnóstico expressa uma disfunção sistêmica que atravessa diferentes contextos urbanos e que a literatura sobre cidades inteligentes ainda não equacionou de forma satisfatória.

A raiz teórica desse impasse reside em uma lacuna que os modelos disponíveis, quando considerados isoladamente, não conseguem preencher. Os modelos de hélice oferecem um arcabouço robusto para compreender a estrutura de governança e a articulação entre atores, mas não fornecem mecanismos operacionais para lidar com a incerteza inerente à implementação de tecnologias emergentes em contextos urbanos complexos (Paskaleva; Cooper, 2024). Os *Urban Living Labs*, por sua vez, oferecem capacidade experimental e metodologias de cocriação situadas na vida real, mas carecem, quando desvinculados de uma estrutura institucional, de sustentabilidade financeira, legitimidade política e direção estratégica (Menezes; Macadar, 2025).

O resultado dessa dissociação é duplo: (i) governanças que produzem estratégias sem efetividade e (ii) laboratórios que produzem experimentos sem escala. Esse diagnóstico, afirma que a integração efetiva de diversos atores e da inovação aberta na digitalização urbana permanece um desafio tanto para acadêmicos quanto para gestores, dado que a literatura ainda não dispõe de respostas consolidadas sobre como medir e integrar essas inovações no ambiente urbano (Marchesani e Ceci, 2025). A essa lacuna operacional soma-se um déficit de ordem empírica: Paskaleva e Cooper (2024) questionam se a participação cidadã celebrada pelos modelos de governança colaborativa não constitui, em muitos casos, uma retórica política desprovida de evidências de que essa colaboração efetivamente altera os resultados para a sociedade civil.

Diante desse quadro, este ensaio orienta-se pela seguinte questão: como a articulação entre modelos de hélice e *Urban Living Labs (ULLs)* pode reduzir a lacuna entre a governança e a implementação na inovação urbana? Trata-se de uma pergunta que não se resolve pela simples justaposição de dois referenciais teóricos, mas que exige uma análise das condições sob as quais essa integração produz complementaridade real entre a estrutura institucional e a capacidade operacional. O objetivo do ensaio é analisar uma integração conceitual entre modelos de hélice e *ULLs* como base para a gestão da inovação em cidades inteligentes, de forma a argumentar que a inovação urbana sustentada depende da articulação deliberada entre a estrutura de governança provida pelas hélices e a capacidade experimental provida pelos laboratórios vivos.

Para cumprir esse objetivo, o ensaio estrutura-se em três movimentos analíticos: (i) examina a evolução dos modelos de hélice e sua função na estruturação da governança e na articulação de atores nos ecossistemas de inovação; (ii) analisa os *ULLs* como plataformas de experimentação e cocriação; e (iii) demonstra como a integração entre esses dois elementos constitui a condição necessária para que a inovação urbana supere o paradoxo entre avanço tecnológico e geração de valor público.

2. Ecossistemas De Inovação E Modelos De Hélice

A estruturação da governança nos ecossistemas de inovação urbana fundamenta-se na evolução dos modelos de hélice, que deixaram de ser metáforas analíticas para se tornarem instrumentos práticos de gestão (Paskaleva; Cooper, 2024). Esses modelos fornecem o arcabouço necessário para coordenar múltiplos interesses em torno da produção de valor público, sendo sua compreensão indispensável para qualquer análise sobre como as cidades inovam de forma sistêmica e sustentada (Barrutia et al., 2022). Compreendê-los exige ir além de sua descrição estrutural: (i) examinar como distribuem o poder, (ii) como coordenam os atores e (iii) em que ponto sua capacidade explicativa encontra limites.

O ponto de partida teórico é a Hélice Tríplice, que concebe a interação coevolucionária entre Universidade, Indústria e Governo como motor do desenvolvimento econômico baseado no conhecimento (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Moreira; Macke, 2023). Embora esse modelo tenha representado um avanço ao superar as visões lineares de inovação, sua insuficiência se revela diante da complexidade urbana contemporânea. Ao privilegiar atores formalmente institucionalizados, deixa de captar a dimensão participativa e social que a inovação nas cidades exige. Essa limitação motivou a transição para a Hélice Quádrupla, que insere a Sociedade Civil como ator central do ecossistema (Carayannis e Campbell, 2009; Marchesani e Ceci, 2025).

A mudança é estrutural, isto é, o cidadão passa a ser reconhecido como cocriador de soluções por meio de processos de inovação aberta, o que implica uma revisão profunda dos mecanismos de governança, pois, se o cidadão produz conhecimento, as estruturas de decisão precisam ser redesenhadas para incorporar essa produção de forma legítima (Przeybilovicz; Cunha, 2024). A crescente complexidade das demandas urbanas impulsionou avanços adicionais, com a Hélice Quíntupla que incorpora o Meio Ambiente e a ecologia social como impulsionadores ativos da inovação sustentável (Carayannis; Campbell, 2021). Mais recentemente, Brodny e Tutak (2025) propuseram a Hélice Sêxtupla que isola a Tecnologia Digital e a Infraestrutura (impulsionadas por Inteligência Artificial, IoT e Gêmeos Digitais) como uma hélice autônoma e dotada de agência própria. Essa reconfiguração teórica reconhece que os sistemas tecnológicos contemporâneos não são neutros; eles criam ambientes regulatórios, éticos e sociais próprios que moldam ativamente o comportamento dos cidadãos e as decisões de governança, passando de meras ferramentas operacionais a agentes independentes de cogovernança urbana.

A cada novo anel incorporado ao modelo, ampliam-se o escopo da governança e a complexidade operacional. É aqui que reside um dos limites centrais dos modelos de hélice. A sua sofisticação teórica não é acompanhada de mecanismos concretos de coordenação. No interior desses ecossistemas, cada ator desempenha funções específicas e complementares; a academia gera conhecimento e capital humano qualificado (Moreira; Macke, 2023); a indústria fornece expertise tecnológica e produz valor econômico (Kummitha, 2018); o governo atua como regulador e provedor de infraestrutura (Brodny e Tutak, 2025), mas a simples existência dessas funções não garante sua articulação efetiva.

A inovação requer uma orquestração estratégica deliberada, exercida por um ator capaz de estabelecer objetivos, definir papéis e gerenciar fluxos de conhecimento entre as esferas

do ecossistema. Linde, Sjödin e Parida (2021) definem esse orquestrador a partir de três capacidades dinâmicas interdependentes: (i) a sondagem do ambiente para identificar oportunidades emergentes; (ii) o aproveitamento estratégico dessas oportunidades; e (iii) a reconfiguração de recursos e processos em resposta às transformações do contexto. A metáfora do maestro ilustra essa função: assim como a orquestra depende de alguém que una competências distintas em torno de uma partitura comum, o ecossistema de inovação depende de um coordenador que converta a diversidade de atores em capacidade coletiva de criação de valor (Bittencourt et al. 2018).

Essas redes configuram-se em contextos glocais, nos quais o conhecimento global é adaptado às vocações e às necessidades históricas locais (Dameri et al., 2019). O caso da *Woven Cit*y da Toyota ilustra como ecossistemas locais podem funcionar simultaneamente como centros de desenvolvimento regional e como laboratórios de soluções escaláveis em escala global (Ito; Kato, 2025). Os *Urban Living Labs* emergem, nesse quadro, como o ambiente operacional em que essa articulação se materializa, para traduzir estratégias em artefatos e práticas tangíveis por meio da experimentação em contextos reais (Robaeyst et al., 2021). Sua menção neste ponto é deliberada, pois antecipa a dependência que os próprios modelos de hélice têm de dispositivos operacionais para que sua lógica de governança produza efeitos concretos.

A eficácia desses ecossistemas depende da capacidade organizacional e da prontidão institucional que os modelos de hélice frequentemente pressupõem, mas não constroem. A tecnologia, isoladamente, não transforma cidades. É a liderança estratégica e a cultura que legitimam a experimentação que tornam possível a inovação sustentada (Guenduez; Mergel, 2022). A implementação enfrenta barreiras que se reforçam mutuamente, procedimentos burocráticos e regulamentações obsoletas bloqueiam a agilidade necessária para projetos inovadores (Akgün et al., 2024); a fragmentação entre departamentos governamentais gera silos de informação que impedem uma visão holística da gestão urbana (Przeybilovicz; Cunha, 2024); e a dependência de fornecedores específicos expõe as cidades ao risco de *vendor lock-in*, compromete sua autonomia tecnológica a longo prazo (Yigitcanlar et al., 2019).

Em contextos periféricos, esse risco se aprofunda, pois a importação acrítica de tecnologias estrangeiras pode produzir uma modernização sem desenvolvimento e reproduzir, sob nova forma, relações de dependência econômica (Casimiro; Nohara, 2025). A participação cidadã celebrada pela Hélice Quádrupla tampouco escapa a esse escrutínio. Paskaleva e Cooper (2024) questionam se essa colaboração não constitui, em muitos casos, uma retórica política desprovida de indícios de que, de fato, melhora os resultados para a sociedade civil.

Esses limites não invalidam os modelos de hélice, mas impõem uma leitura crítica e condicionada de sua aplicação. O que a trajetória desses modelos revela é que são instrumentos poderosos para estruturar atores e distribuir funções nos ecossistemas de inovação, mas são insuficientes para garantir que a inovação de fato ocorra. A governança que as hélices proporcionam define quem participa e como o poder se organiza. Ela não resolve o problema de converter essa estrutura em experimentação prática, em aprendizagem coletiva e em valor público tangível. Esse é o problema que os *Urban Living Labs* se propõem a enfrentar.

3. *Urban Living Labs* E Experimentação Na Gestão Da Inovação

Os *Urban Living Labs* operacionalizam a inovação ao atuarem como plataformas colaborativas de pesquisa, desenvolvimento e experimentação situadas em contextos da vida real (Menezes; Macadar, 2025). Sua especificidade reside na capacidade de reduzir a

lacuna entre as redes regionais de conhecimento e os diversos *stakeholders* locais, de forma a promover uma lógica de cidade-laboratório, na qual o ambiente urbano é mobilizado para a prototipagem rápida de soluções para desafios complexos (Robaeyst et al., 2021; Marchesani e Ceci, 2025). Essa reconfiguração do espaço urbano como arena de experimentação desloca a gestão da inovação de ambientes controlados para o tecido vivo da cidade, o que confere aos *ULLs* um papel operacional que os modelos de governança, por si sós, não conseguem desempenhar. Testar hipóteses em condições reais, validar soluções antes do ganho de escala e reduzir a incerteza tecnológica inerente aos contextos urbanos complexos.

A transformação da cidade em ambiente de teste ocorre por meio da criação de janelas experimentais geograficamente definidas que estruturam processos de inovação distribuída (Robaeyst et al., 2021). Esse mecanismo pode ser compreendido no contexto do *framework* de acupuntura urbana, no qual o laboratório vivo atua como catalisador para identificar, atrair e ativar o conhecimento disperso no tecido social (Robaeyst et al., 2021). Cidades como Turim ilustram essa prática por meio do protocolo *Torino City Lab*, que incentiva o contato entre atores para a experimentação de campo de novas tecnologias de planejamento urbano (Bittencourt et al., 2018). O uso de metodologias ágeis reforça essa capacidade operacional ao substituir ciclos de planejamento rígidos por *loops* iterativos curtos de entrega de valor.

No caso da estratégia de Dresden, a agilidade permitiu navegar entre a aversão ao risco típica das administrações públicas e a necessidade de experimentação, que distribuem a responsabilidade pelos resultados entre múltiplos stakeholders (Noennig et al., 2024). A lógica de aprender com falhas rápidas permite que as organizações testem hipóteses antes de investir recursos em larga escala, o que garante que a estratégia urbana evolua continuamente em resposta ao *feedback* em tempo real de usuários e parceiros (Noennig et al., 2024). Essa capacidade adaptativa é o que distingue os *ULLs* das iniciativas de inovação convencionais. A falha deixa de ser um resultado a evitar e passa a ser um insumo para o processo de aprendizagem coletiva.

A cocriação com cidadãos aparece, nesse contexto, como dimensão constitutiva do processo. Os cidadãos deixam de ser consumidores passivos de tecnologia para se tornarem parceiros ativos no *design* e na deliberação de soluções, que desenham papéis dinâmicos que variam desde informantes e testadores até cocriadores no desenvolvimento de novos produtos e serviços (Robaeyst et al., 2021). Iniciativas brasileiras como o Pátio Digital em São Paulo e o Curitiba Colabora demonstram como *hackathons* e reuniões abertas servem de arenas participativas para envolver a comunidade no enfrentamento de dilemas públicos (Przeybilovicz; Cunha, 2024).

Essa dimensão participativa exige uma distinção analítica que a literatura frequentemente obscurece: (i) a diferença entre participação real e (ii) participação retórica. A participação real implica que os cidadãos influenciam efetivamente as decisões e que suas contribuições alteram os resultados finais das políticas e das soluções desenvolvidas. A participação retórica mobiliza os cidadãos como legitimadores de decisões já tomadas, sem que sua presença modifique substancialmente os produtos da inovação. Para Paskaleva e Cooper (2024), a escassez de impressões empíricas sobre o impacto real da colaboração cidadã nos resultados para a sociedade civil coloca em xeque grande parte do discurso participativo que sustenta os *ULLs*. Ignorar essa distinção é reproduzir, no plano operacional, o mesmo déficit de prova que compromete os modelos de governança no plano estratégico.

O funcionamento efetivo dos *Urban Living Labs* está condicionado à articulação de três pilares: (i) infraestrutura habilitadora, (ii) liderança ativa e (iii) metodologia aplicada (Menezes; Macadar, 2025). A infraestrutura espacial e as tecnologias de informação e

comunicação são condições necessárias para a conexão entre pessoas e para a coleta de dados em escala. A liderança estratégica é indispensável para mobilizar atores, alinhar incentivos e garantir a prestação de contas compartilhada, para evitar que o laboratório permaneça como um projeto periférico à burocracia tradicional (Menezes; Macadar, 2025).

A metodologia, por sua vez, cumpre a função de construir pontes de comunicação entre grupos heterogêneos, o que permite que o conhecimento tácito dos cidadãos seja traduzido em artefatos tangíveis, como ocorre no *design thinking* (Robaeyst et al., 2021). A sustentabilidade desses espaços a longo prazo depende de elementos motivadores como confiança, transparência e abertura de informações, que garantem o engajamento contínuo da comunidade (Menezes; Macadar, 2025).

Esses pilares raramente se sustentam sem apoio institucional permanente, e é aqui que reside a limitação estrutural mais severa dos *ULLs*. A dependência de financiamentos temporários (projetos, editais ou parcerias pontuais) faz com que muitos laboratórios desapareçam exatamente quando começam a acumular aprendizagem relevante (Schaffers et al., 2011; Menezes; Macadar, 2025). A dificuldade de escalar os resultados para além das áreas experimentais restringe o impacto das inovações produzidas, que tendem a permanecer como experiências localizadas sem capacidade de influenciar a política urbana de forma abrangente.

O setor público frequentemente não possui as capacidades necessárias para integrar os resultados dos ecossistemas de experimentação em suas estruturas permanentes, sendo a aversão ao risco e a rigidez burocrática as barreiras que impedem essa transição (Ferraris, Santoro e Pellicelli, 2020). De forma decisiva, a capacidade organizacional da municipalidade de incorporar os resultados dos experimentos às políticas públicas permanentes é o fator que determina se as inovações produzidas nos laboratórios alcançam escala ou permanecem restritas a experiências isoladas (Bundgaard; Borrás, 2021).

Os *Urban Living Labs* viabilizam a experimentação, reduzem a incerteza e aproximam a inovação das necessidades reais dos cidadãos. Sua contribuição operacional é insubstituível na gestão da inovação urbana. Mas sua efetividade de longo prazo depende de uma estrutura de governança que lhes confira continuidade institucional, suporte regulatório e capacidade de escala. Sem essa ancoragem, os *ULLs* correm o risco de se tornarem vitrines de experimentação, produtivos no curto prazo, mas insuficientes para transformar a gestão urbana de forma sistêmica.

4. Integração entre modelos de hélice e *Urban Living Labs*

Esta seção propõe a integração entre modelos de hélice e *Urban Living Labs* como um *framework* conceitual para a gestão da inovação urbana, de forma a argumentar que essa articulação constitui uma condição estrutural para que a inovação produza valor público real em cidades inteligentes (Marchesani; Ceci, 2025). A proposição é que os modelos de hélice e os *ULLs* não constituem referenciais paralelos ou complementares por afinidade temática. Mas são elementos de um mesmo sistema funcional, cuja separação compromete tanto a efetividade da governança quanto a sustentabilidade da experimentação. A Figura 1 apresenta o diagrama que representa o *framework* integrado entre Modelos de Hélice e *Urban Living Labs*.

O *framework* proposto organiza-se em torno de três elementos interdependentes. O primeiro é a governança, provida pelos modelos de hélice, que define quem participa da inovação urbana, quais papéis cada ator desempenha e qual a direção estratégica do ecossistema. A participação na inovação urbana evoluiu da interação clássica entre Governo, Academia e Indústria para modelos mais inclusivos que incorporam a Sociedade

Civil como quarta hélice essencial (Etzkowitz; Leydesdorff, 2000; Carayannis; Campbell, 2009), e essa estrutura permite a coordenação de múltiplos interesses, para transformar a cidade em um ecossistema colaborativo onde cada ator desempenha funções específicas de criação e disseminação de conhecimento (Moreira; Macke, 2023; Paskaleva; Cooper, 2024).

Figura 1 - *Framework* integrado: hélices + *Urban Living Labs*



Nota: A Governança (hélices) e a Operação (*ULLs*) se articulam por meio de um fluxo de conhecimento bidirecional; a governança fornece direção e legitimidade; os laboratórios retroalimentam o sistema com evidências e aprendizagens. Quando essa integração ocorre, o resultado é a inovação urbana sustentada e a geração de valor público. Na sua ausência, emergem riscos como vitrinismo tecnológico, dependência externa e fragmentação institucional.
Fonte: Dados da pesquisa.

A orquestração desse sistema exige que o governo municipal atue como maestro, se alinhe aos objetivos de longo prazo, disponha de capacidades tecnológicas, atenda às demandas sociais e gerencie os fluxos de conhecimento, de modo a evitar a fragmentação que compromete a visão sistêmica da gestão urbana (Bittencourt et al., 2018; Linde et al., 2021). O segundo elemento é a operação, provida pelos *ULLs*, que transforma a estratégia em prática por meio da experimentação, da validação de soluções e da aprendizagem coletiva em contextos reais (Menezes; Macadar, 2025; Brodny e Tutak, 2025). O terceiro elemento é a integração propriamente dita, que se realiza no fluxo de conhecimento entre as hélices e os laboratórios. A estratégia definida pelo ecossistema de governança alimenta os laboratórios com direção e legitimidade; os laboratórios retroalimentam o ecossistema com impressões, aprendizagens e adaptações locais, de forma a fechar um ciclo que reduz riscos, aumenta a aderência às soluções e fortalece a capacidade institucional de escalar inovações (Robaeyst et al., 2021; Noennig et al., 2024; Menezes; Macadar, 2025).

O mecanismo pelo qual essa integração opera pode ser descrito da seguinte forma: a governança estruturada pelas hélices identifica problemas urbanos relevantes, mobiliza atores e define os objetivos que orientam a experimentação. Os *ULLs* recebem essa orientação estratégica e a convertem em ciclos iterativos de teste e validação, nos quais cidadãos, tecnologia e contexto local interagem de forma controlada e observável.

Os resultados dessa experimentação retornam ao sistema de governança como insumos para a revisão de estratégias, a adaptação de políticas e a tomada de decisão baseada em evidências. Esse fluxo bidirecional entre estratégia e prática é o que distingue a inovação urbana sistêmica da simples adoção de tecnologias, pois garante que as soluções

desenvolvidas sejam testadas antes de serem escaladas, ajustadas às especificidades locais e legitimadas pela participação dos atores que delas dependem.

A insuficiência de cada elemento, quando considerado isoladamente, reforça a necessidade dessa integração. Modelos de governança puramente teóricos carecem de mecanismos de experimentação para lidar com a incerteza inerente às tecnologias emergentes e, sem a prática experimental dos *ULLs*, as estratégias urbanas correm o risco de se tornarem retóricas políticas sem impacto tangível na vida dos cidadãos (Paskaleva; Cooper, 2024; Noennig et al., 2024; Ivars-Baidal et al., 2023). Prakash (2025), ao aplicar o modelo da lata de lixo à tomada de decisão em cidades inteligentes, demonstra que projetos frequentemente falham porque as soluções tecnológicas são adotadas antes que os problemas sejam claramente definidos, o que inverte a lógica racional que os modelos de governança pressupõem.

O movimento inverso é igualmente problemático: os *Urban Living Labs* não se sustentam no longo prazo sem uma estrutura institucional que lhes confira suporte financeiro e regulatório, o que lhes faz frequentemente desaparecer após o encerramento de financiamentos temporários (Schaffers et al., 2011; Menezes; Macadar, 2025). A integração efetiva de diversos atores e da inovação aberta na digitalização urbana permanece um desafio tanto para acadêmicos quanto para gestores (Marchesani e Ceci, 2025), precisamente porque os instrumentos de governança e os dispositivos de experimentação têm sido desenvolvidos de forma paralela, sem que se estabeleçam mecanismos de articulação que os tornem mutuamente produtivos.

Quando essa articulação inexiste, as cidades ficam expostas a três riscos interdependentes: (i) o vitrinismo tecnológico, no qual a governança é seduzida por soluções prontas vendidas por corporações que não aderem às demandas socioeconômicas locais e produzem modernização sem desenvolvimento e reproduzem, sob nova forma, relações de dependência econômica (Casimiro; Nohara, 2025); (ii) a dependência externa, materializada no *vendor lock-in*, que compromete a autonomia tecnológica das cidades a longo prazo e transfere para fornecedores privados o poder de decisão sobre infraestruturas urbanas críticas (Yigitcanlar et al., 2019); (iii) a fragmentação institucional, na qual a ausência de fluxos de conhecimento entre os níveis estratégico e operacional perpetua os silos de informação que impedem a visão holística indispensável à gestão urbana inteligente (Przeybilovicz; Cunha, 2024). Barrutia et al. (2022) demonstram que o esforço de colaboração com a sociedade é improdutivo quando não é acompanhado de uma gestão interna excelente, o que sugere que a falha na geração de valor reside precisamente no desequilíbrio entre as capacidades de governança e as capacidades operacionais.

A complementaridade entre estratégia e operação produz, quando efetivada, ganhos que se manifestam em três dimensões interdependentes. A primeira é a geração de valor público, que garante que a tecnologia sirva à inclusão social e à sustentabilidade, e não apenas à eficiência técnica (Barrutia et al., 2022; Menezes; Macadar, 2025). A segunda é a maior aderência local, decorrente da cocriação direta com os cidadãos nos *ULLs,* que permite que as soluções sejam desenhadas de dentro para fora, de forma a respeitar a vocação histórica e as necessidades reais da cidade (Ito; Kato, 2025; Casimiro; Nohara, 2025).

A terceira é a eficiência operacional, obtida pela gestão dos fluxos de conhecimento entre as hélices e os laboratórios, que reduz a fragmentação e supera os silos de informação que historicamente têm comprometido a gestão pública (Linde et al., 2021; Przeybilovicz e Cunha, 2024). A inovação urbana bem-sucedida decorre da capacidade organizacional de converter visões estratégicas em experimentações práticas que atendam às necessidades reais da coletividade (Guenduez; Mergel, 2022; Barrutia et al., 2022). Os modelos de hélice

fornecem a estrutura de governança, sem a qual a inovação carece de direção e legitimidade; os Urban Living Labs fornecem a capacidade operacional, sem a qual a governança carece de efetividade e aderência. É precisamente na articulação entre esses dois elementos que reside o potencial transformador da gestão da inovação nas cidades inteligentes.

A contribuição conceitual do *framework* reside, em deslocar a análise da inovação urbana da presença isolada de atores ou ambientes experimentais para a qualidade da articulação entre governança e experimentação. Sob essa perspectiva, a geração de valor público decorre da capacidade do ecossistema de converter orientação estratégica em experimentação, evidências em aprendizagem institucional e aprendizagem em decisões capazes de ampliar a escala das soluções validadas.

5. Considerações Finais

Este ensaio argumentou que a inovação urbana sustentada depende da articulação deliberada entre a estrutura de governança proporcionada pelos modelos de hélice e a capacidade operacional dos *Urban Living Labs*. As hélices fornecem legitimidade, direção estratégica e coordenação de atores que os laboratórios, por si sós, não sustentam; os *ULLs* garantem a experimentação situada, a validação de soluções e a participação cidadã efetiva que a governança não produz. É o fluxo bidirecional de conhecimento entre esses dois elementos (da estratégia para a prática e da prática de volta à estratégia) que converte a retórica política em valor público tangível e reduz a lacuna entre a ambição da gestão urbana e sua efetiva implementação.

Essa articulação não elimina os riscos que permanecem no horizonte da gestão pública. A descontinuidade dos laboratórios por falta de suporte regulatório e financeiro de longo prazo, o *vendor lock-in* e o vitrinismo tecnológico seguem como ameaças reais em contextos periféricos, onde a importação acrítica de tecnologia pode gerar modernização sem desenvolvimento (Casimiro; Nohara, 2025; Yigitcanlar et al., 2019). Pesquisas futuras devem investigar os mecanismos de escalonamento das soluções experimentadas em laboratórios, avaliar o impacto da Hélice Sêxtupla na autonomia decisória das cidades e analisar a efetividade da colaboração cidadã em diferentes configurações do Sul Global.

A tecnologia, isoladamente, não transforma o espaço urbano; isso porque a transformação reside na capacidade organizacional de aprender com a cidade e para a cidade, de sondar suas demandas reais, experimentar soluções em seu tecido vivo e escalá-las com legitimidade e continuidade institucional. É nessa articulação deliberada entre hélices e laboratórios vivos que reside o potencial para tornar as cidades verdadeiramente inteligentes.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio concedido por meio do Programa Institucional de Bolsas de Pós-Graduação (PIBPG) – Ciclo 2026, no âmbito da Chamada Pública CNPq nº 12/2025 e do Edital PROPPG nº 32/2025 da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Referências

AKGÜN, Emine Zehra *et al.* Breaking barriers for breaking ground: A categorisation of public sector challenges to smart city project implementation. **Public Policy and Administration**, 2024.

ALIZADEH, Tooran; DUTIA, Eshita; CLEMENTS, Rebecca. Smart Barcelona: the gap between inspiring rhetoric and lackluster implementation in transformative approaches. **Planning Practice & Research**, v. 39, n. 5, p. 839-854, 2024.

BARRUTIA, Jose M. *et al.* Leading smart city projects: Government dynamic capabilities and public value creation. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 179, n. 121679, p. 121679, 2022.

BITTENCOURT, Bruno Anicet *et al.* The orchestration process for emergence of clusters of innovation. **Journal of Science and Technology Policy Management**, v. 11, n. 3, p. 277–290, 2018.

BUNDGAARD, Lasse; BORRÁS, Susana. City-wide scale-up of smart city pilot projects: Governance conditions. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 172, n. 121014, p. 121014, 2021.

CARAYANNIS, Elias G.; CAMPBELL, David F. J. «Mode 3» and «Quadruple Helix»: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. **Journal international de la gestion technologique [International Journal of Technology Management]**, v. 46, n. 3/4, p. 201, 2009.

CASIMIRO, L. M. S. M.; NOHARA, I. P. Governança das Smart Cities e os desafios de desenvolvimento no cenário de Revolução Industrial 4.0. Seqüência: Estudos Jurídicos e Políticos. v. 46, 2025.

DAMERI, Renata Paola *et al.* Understanding smart cities as a glocal strategy: A comparison between Italy and China. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 142, p. 26–41, 2019.

ETZKOWITZ, Henry; LEYDESDORFF, Loet. The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations. **Research Policy**, v. 29, n. 2, p. 109–123, 2000.

FERRARIS, A.; SANTORO, G.; PELLICELLI, A. C. Openness” of public governments in smart cities: removing the barriers for innovation and entrepreneurship. **International Entrepreneurship and Management Journal**, v. 16, p. 1259–1280, 2020.

GUENDUEZ, Ali Asker; MERGEL, Ines. The role of dynamic managerial capabilities and organizational readiness in smart city transformation. **Cities (London, England)**, v. 129, n. 103791, p. 103791, 2022.

ITO, Hiroshi; KATO, Kazuhiko. Redefining Toyota’s Woven City as a “glocal” innovation ecosystem for integrated sustainable development. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 14, n. 1, 2025.

IVARS-BAIDAL, Josep A. *et al.* Smart city and smart destination planning: Examining instruments and perceived impacts in Spain. **Cities (London, England)**, v. 137, n. 104266, p. 104266, 2023.

YIGITCANLAR, Tan; KAMRUZZAMAN, Md.; FOTH, Marcus; SABATINI-MARQUES, Juliana; DA COSTA, Eduardo; IOPPOLO, Giuseppe. Can cities become smart without

being sustainable? A systematic review of the literature. **Sustainable Cities and Society**, s.l., v. 45, p. 348-365, 2019.

KUMMITHA, Rama Krishna Reddy. Entrepreneurial urbanism and technological panacea: Why Smart City planning needs to go beyond corporate visioning? **Technological Forecasting and Social Change**, v. 137, p. 330–339, 2018.

LINDE, L. *et al.* Dynamic capabilities for ecosystem orchestration: A capability-based framework for smart city innovation initiatives. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 166, 2021.

MARCHESANI, Filippo; CECI, Federica. A quadruple helix view on smart city: Exploring the effect of internal and external open innovation on public services digitalization. **Technovation**, v. 139, n. 103141, p. 103141, 2025.

MENEZES, Érica Maria Lopes; MACADAR, Marie Anne. Smart city living lab governance paths to sustainability: Bibliometric and content analysis. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 29, n. 2, 2025.

MOREIRA, L. F.; MACKE, J. Proposal of a conceptual framework based on the triple helix of innovation for smart cities: a study in southern Brazil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 12, n. 1, p. 1–28, 2023.

NOENNIG, Jörg Rainer *et al.* Agile development for urban digitalisation: insights from the creation of Dresden's smart city strategy. **Measuring Business Excellence**, v. 28, n. 2, p. 193–208, 2024.

PASKALEVA, K.; COOPER, I. Investigating the effects of the quadruple helix on civic society engagement in smart city innovation. **Journal of Innovation Management**, v. 12, n. 2, p. 171–196, 2024.

PRAKASH, Devika. Why do smart city projects fail to create impact? Understanding decision-making in smart city policy implementation. **Urban Governance**, v. 5, p. 45-53, 2025.

PRZEYBILOVICZ, Erico; CUNHA, Maria Alexandra. Governing in the digital age: The emergence of dynamic smart urban governance modes. **Government Information Quarterly**, v. 41, n. 1, p. 101907, 2024.

ROBAEYST, Ben *et al.* The city as an experimental environment: The identification, selection, and activation of distributed knowledge in regional open innovation ecosystems. **Sustainability**, v. 13, n. 12, p. 6954, 2021.

SCHAFFERS, Hans *et al.* Smart cities and the future internet: Towards cooperation frameworks for open innovation. *Em*: **The Future Internet**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011. p. 431–446.

BRODNY, Jarosław; TUTAK, Magdalena. Towards a sixfold helix model for green smart cities. **Journal of Open Innovation: Technology**, Market, and Complexity, v. 11, n. 1, p. 100681, 2025.