

1 INTRODUÇÃO

A crescente urbanização e os desafios ambientais têm impulsionado a busca por novos modelos de desenvolvimento urbano sustentável. Entre esses, destaca-se o Knowledge-Based Urban Development (KBUD), que é uma concepção que considera o conhecimento como a base para o desenvolvimento econômico e sociocultural. O KBUD considera que a transição para a sustentabilidade parte do planejamento territorial e institucional que vise a promoção da vitalidade urbana, da equidade, da qualidade de vida, da conservação do meio ambiente e da prosperidade econômica (Yigitcanlar e Lonnqvist, 2013).

Por esta visão do KBUD, que atrela o desenvolvimento territorial sustentável à economia do conhecimento, faz-se necessário discutir este conceito à luz da economia circular e da circularidade urbana, para oferecer uma visão holística de urbanização sustentável. As cidades circulares aplicam os princípios da economia circular ao contexto urbano, ou seja, em contraste com o modelo econômico linear tradicional de "extrair-produzir-descartar", essas cidades promovem a reutilização, a reciclagem e a regeneração de recursos dentro do ambiente urbano, a fim de atingir um sistema auto-sustentável. Além da redução de desperdícios, essa abordagem também gera novas oportunidades econômicas e contribui para a melhoria da qualidade de vida nas áreas urbanas (The Ellen MacArthur Foundation, 2019).

No entanto, promover esta transição à circularidade urbana, na prática, apresenta uma série de desafios, que requerem mudanças profundas na governança, na formulação de políticas públicas que auxiliem na sua promoção, nos modelos para a participação social e nos meios para o monitoramento dos processos e avaliação dos resultados. O presente trabalho propõe a integração do conceito de circularidade urbana ao arcabouço teórico do KBUD a fim de desenvolver um método de suporte à análise e identificação de boas práticas relacionadas à mobilidade urbana sustentável em TPCs. O objetivo é suprir a demanda por uma maior operacionalização para aplicações práticas de readequação de TPCs existentes aos paradigmas do KBUD e da circularidade urbana em contextos socioeconômicos diversos. Neste trabalho, nos baseamos em um estudo anterior que analisa boas práticas de mobilidade urbana sustentável em TPCs localizados em países desenvolvidos (Stuchi et al., no prelo) e comparamos com o contexto de países da América Latina. As boas práticas encontradas por Stuchi et al. (no prelo) são reestruturadas e ampliadas no contexto das categorias e indicadores relacionados à mobilidade urbana, identificados por Gejer e Silva (2024), que sintetizam conhecimento sobre a economia circular para sua aplicação na escala urbana.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Historicamente, a economia do conhecimento tem sido refletida no ambiente urbano pela implantação de parques científicos e tecnológicos (PCTs) e posteriormente por distritos de inovação. Em diferentes contextos urbanos e épocas, estes territórios de produção do conhecimento (TPCs) têm recebido diferentes nomes, e.g., hubs de tecnologia, tecnópolis e tecnopolos, parques de pesquisa, parques de tecnologia, e adotado diferentes modelos de inovação. Os modelos lineares, adotados na primeira geração destes PCTs, na segunda metade do século XX, são aqueles baseados na colaboração entre academia e indústria para produção de vantagens econômicas para os seus atores (Annerstedt, 2006; Gyurkovics e Lukovics, 2014). Já a partir da segunda geração destes há adoção de modelos mais complexos, em que um participação governamental, formando a chamada tripla hélice, i.e., Academia-Indústria-Governo. A partir da terceira geração, há um protagonismo governamental, buscando gerar desenvolvimento socioeconômico local a partir da economia do conhecimento, envolvendo a sociedade como grande beneficiária e catalisadora da implantação da infraestrutura tecnológica e da atração de investimentos para a sua região, na chamada quádrupla hélice, i.e., Academia-Indústria-Governo-Sociedade originando os chamados distritos de inovação (Annerstedt, 2006; Gyurkovics e Lukovics, 2014). Com a

emergência climática e a degradação do meio ambiente, a transição para o modelo de quintupla hélice, em que o meio ambiente passa a ser catalisador do processo de inovação (Carayannis et al. 2012; Noronha, Da Silva e Celani, 2023).

Ao incorporar estes dois elementos cruciais, a sociedade civil e o meio ambiente, o modelo de hélice quintupla emerge como uma evolução significativa da tradicional tripla hélice, que historicamente se concentrou apenas na interação entre universidades, indústria e governos. Esta nova abordagem reflete um reconhecimento crescente de que a inovação não pode ser alcançada sem a colaboração abrangente de todos os setores da sociedade e da *ecoinovação* e do *eco-empendedorismo*. A integração do KBUD dentro da estrutura da hélice quintupla promove um desenvolvimento urbano que é economicamente viável, socialmente inclusivo e ecologicamente responsável. Este modelo é reforçado e aprimorado por agendas multilaterais, como a Agenda 2030 e a Agenda Climática, que fornecem diretrizes e metas para a promoção da sustentabilidade global.

Os objetivos do KBUD de atingir vitalidade urbana, equidade, qualidade de vida, da conservação do meio ambiente e prosperidade econômica requerem uma transição para a circularidade urbana. Ao reduzir a vulnerabilidade de cidades à escassez de recursos e aumentar sua resiliência às mudanças climáticas, a adoção da economia circular as torna mais competitivas e atraentes a investimentos e talentos, gerando oportunidades econômicas e de desenvolvimento sócio-cultural. No contexto do KBUD, os TPCs, sejam eles universidades, centros de pesquisa, PCTs ou distritos de inovação, têm um importante papel na promoção desta circularidade urbana, por meio da inovação tecnológica, da transferência de tecnologia e do envolvimento dos atores na tomada de decisões estratégicas (Lakatos et al. 2021; Gejer e Silva, 2024). Ademais, estes TPCs tem potencial para integração da sociedade e do meio ambiente no processo de inovação para a sustentabilidade, que é central para a eficiência de medidas e políticas voltadas à circularidade urbana (Lakatos et al. 2021). Assim, os TPC podem constituir-se em laboratórios vivos para o desenvolvimento e teste de soluções para a circularidade urbana que podem, posteriormente, ser ampliados para a escala urbana. Isto é particularmente importante na discussão de PCTs de primeira e segunda geração que, em consequência da adoção de modelos de inovação lineares, foram implantados em franjas urbanas e precisarão passar por processos de readequação de sua infraestrutura para adequar-se aos preceitos da quintupla hélice, envolvendo a sociedade e promovendo a regeneração ambiental (Noronha, Da Silva e Celani, 2023; Lakatos et al. 2021; Gejer e Silva, 2024).

A mobilidade urbana sustentável é um fator central para a competitividade econômica de cidades e regiões e para a sua capacidade de atração de investimentos e negócios, uma vez que congestionamentos e altos custos, em termos de tempo e recursos, de acesso a bens, recursos, serviços e empregos podem desincentivar a instalação de empresas, comércios, serviços, e trabalhadores na região. Deste modo, no contexto do KBUD, torna-se necessário compreender as medidas e boas práticas que podem ser adotadas para a promoção da mobilidade sustentável e com o objetivo de aumentar a competitividade regional de TPCs. Estas medidas não se limitam aos limites de universidades, PCTs ou distritos de inovação específicos, mas devem ser ampliados à escala regional e urbana, pois como preconizado por Annerstedt (2006), os limites destes TPC devem dissolver-se na malha urbana, trazendo vantagens econômicas e desenvolvimento para a sua região como um todo.

3 METODOLOGIA

O estudo é exploratório e se baseia na abordagem de estudo de casos, com visitas de campo, análise documental e outras fontes secundárias. O quadro 1 apresenta as etapas metodológicas do trabalho.

Quadro 1 - Etapas metodológicas

- A. Mapeamento de territórios de produção do conhecimento de 3ª ou 4ª geração, localizados na América Latina
- B. Casos estudados selecionados: Parque Patricios (Buenos Aires, Argentina), Porto Digital (Recife- PE, Brasil) e distritotec (Monterrey, México)
- C. Coleta de dados primários e secundários dos casos selecionados
- D. Identificação de modelos de governança e iniciativas de mobilidade urbana sustentável
- E. Análise a partir das medidas levantadas por Stuchi et al. 2024

Fonte: Elaboração própria.

Na primeira etapa, a identificação e o mapeamento dos territórios de produção do conhecimento (TPC) foram baseados nas seguintes bases de dados: Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores - Anprotec; The Global Institute on Innovation Districts - GIID; International Association of Science Parks & Areas of Innovation - IASP; Inova Data BR - plataforma de inteligência competitiva para integração, acompanhamento e desenvolvimento dos Parques Tecnológicos do Brasil e de suas empresas e organizações residentes. Inicialmente, os critérios de inclusão foram: i. Localização na América Latina, Caribe e México, ii. Países com regime político-democrático, e iii. Integração de universidades na governança, seja formal ou potencial (existência de universidades próximas). Com base nesses critérios, foram selecionados os casos Parque Patricios (Buenos Aires, Argentina), Porto Digital (Recife-PE, Brasil) e distritotec (Monterrey, México).

Na segunda etapa, mapeamos modelos de governança e iniciativas de mobilidade implementadas nos TPC selecionados na primeira etapa. Utilizamos informações dos sites institucionais, legislações e estudos técnicos voltados a esses territórios (dados secundários), além de visitas de campo (dados primários) em dois casos, conforme:

	Dados primários	Dados secundários
Parque Patricios	X	X
distritotec	X	X
Porto Digital	-	X

Por fim, para analisar modelos de governança relacionados à mobilidade urbana e buscar boas práticas, utilizamos as medidas levantadas por Stuchi et al. 2024 (no prelo) a partir do estudo realizado nos casos 22@, Parc de l'Alba, Paris-Saclay e Sophia Antipolis, localizados na Espanha e França. Essas medidas são categorizadas em:

Quadro 2 - Categorias de análise e Medidas relacionadas a boas práticas

Categoria	Medidas relacionadas a boas práticas
Mobilidade ativa	<ul style="list-style-type: none"> ● promoção da mobilidade a pé e por bicicleta
Segurança pública e viária	<ul style="list-style-type: none"> ● redução de ocorrências de trânsito e violências urbanas
Transporte público coletivo	<ul style="list-style-type: none"> ● expansão, criação de linhas e formas de financiamento
Transporte sob demanda	<ul style="list-style-type: none"> ● serviço de mobilidade flexível, combinadas com TICs

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os casos analisados possuem diferentes características em termos de contextualização, história e governança, refletindo trajetórias e contextos distintos. Essas dimensões são apresentadas, em síntese, no Quadro 3 e descritos em linhas gerais, a seguir.

Quadro 3 - Características dos territórios de produção do conhecimento estudados

	Caso	distritotec	Parque Patricios	Porto Digital
Ano de Implantação		2012	2008	2000
	Geração de PT	3a	3a	3a
Modelo teórico	Inovação (hélice)	Quíntupla	Tripla	Tripla
	País	México	Argentina	Brasil
Território	Cidade	Monterrey	Buenos Aires	Recife
	Área (ha)	452	328	149
Pop. (área do TPC)	nº	26000	37000	9000

Fonte: elaboração própria.

O Porto Digital, fundado no ano 2000, foi criado com o objetivo de servir como uma política pública voltada para o desenvolvimento do setor de tecnologia da informação e comunicação (TIC) em Pernambuco (Porto Digital, 2024). Essa política também buscou atrair talentos da área de TIC e revitalizar a região do Bairro do Recife, um local que incorpora em seu complexo arquitetônico diferentes períodos da história do Brasil, desde o colonial até o industrial. Inspirados na perspectiva teórica da tripla hélice, a mais avançada no período de seu surgimento, a governança do Porto Digital é centralizada em uma Organização Social (OS), chamada Núcleo de Gestão do Porto Digital, que conta com uma equipe técnica especializada e um conselho administrativo composto por 19 membros. Este conselho inclui representantes do governo local (Prefeitura de Recife), do Governo do Estado de Pernambuco, associados do Porto Digital, associações de empresários, a Universidade Federal de Pernambuco, além de pesquisadores e especialistas renomados nas áreas de TIC e cultura.

Seguindo uma linha semelhante, mas quase uma década depois, o Parque Patricios foi criado em 2009 com a proposta de atrair empreendimentos especializados em TIC. Localizado em uma das regiões centrais de Buenos Aires, capital da Argentina, o Parque Patricios é caracterizado por oferecer incentivos fiscais e investimentos em bolsas para o desenvolvimento de pesquisas na área de TIC. Diferente do caso de Porto Digital, o Parque Patricios apresenta características de governança de menor complexidade, considerando sua centralidade no governo local, sem o envolvimento formal de outros atores nas tomadas de decisão estratégicas. Entretanto, foi criado para estar em proximidades com instituições de ensino superior e próximo a empresas de TIC já pré-estabelecidas.

Em contraste, na década de 2010, a criminalidade atingiu níveis alarmantes na cidade de Monterrey, capital do estado de Nuevo León (México), particularmente na região onde está localizado o Tec de Monterrey (uma universidade de grande relevância do México). Um estudante da universidade chegou a ser assassinado, resultando na redução do número de matrículas e na diminuição da população local. Diante desse contexto, o Tec de Monterrey iniciou esforços para coordenar uma reurbanização em colaboração com os moradores, os governos locais, o governo do estado de Nuevo León e o empresariado da cidade. Esse processo, que aqui caracterizamos como um exemplo de quádrupla hélice, resultou no distritotec, uma autodenominada “comunidade urbana que busca transformar vidas através do

poder dos encontros”. Gerido de forma policêntrica, o distritotec possui um conselho de moradores, uma comissão com representantes do Tec de Monterrey, do empresariado e de especialistas em inovação e urbanização, bem como um comitê gestor de um fundo público direcionado ao desenvolvimento de empreendimentos do governo local para a região do distritotec. Esses atores atualmente estão empreendendo ações para a garantia de um desenvolvimento urbano sustentável dos empreendimentos do distritotec. Em linha, com a quintupla hélice. Esses diferentes casos apresentam boas práticas relacionadas à mobilidade urbana sustentável em TPCs. As diferentes práticas identificadas são sistematizadas, no Quadro 4, utilizando três categorias: verde para as práticas existentes, vermelho para as práticas não existentes e amarelo para as práticas em implementação.

Quadro 4 - Boas práticas relacionadas à mobilidade urbana sustentável nos TPCs estudados

Categoria	Boas práticas (Stuchi et al., 2024)	Iniciativas de mobilidade sustentável identificadas		
		distritotec	Parque Patricios	Porto Digital
Mobilidade a Pé	campanhas de incentivo ao uso dos modos ativos	Amarelo	Verde	Verde
	ruas exclusivas para mobilidade a pé	Amarelo	Verde	Verde
	sistema wayfinding / demarcação de caminhos a pé	Amarelo	Verde	Verde
	calçadas amplas (mais de 4 metros)	Verde	Verde	Verde
	qualificação paisagística / arborização	Verde	Verde	Verde
	pedestres têm prioridade de deslocamento em todo o distrito	Verde	Verde	Verde
	medidas para a fruição pública	Verde	Verde	Verde
Mobilidade por bicicleta	rede cicloviária	Amarelo	Verde	Verde
	rede cicloviária acompanhada de zonas 30	Verde	Verde	Verde
	sistema de bicicleta compartilhada	Verde	Verde	Verde
	sistema de bicicleta compartilhada (dockless)	Verde	Verde	Verde
	infraestrutura para bicicletários, elevadores de bicicletas, criação de centros de manutenção e reparo	Amarelo	Verde	Verde
	infraestrutura no entorno das estações de metrô - “last mile”	Verde	Amarelo	Verde
	bicicletas elétricas compartilhadas (parceria com start-up)	Verde	Verde	Verde
rede de ciclistas ativa em rede social (papel educacional e de suporte)	Verde	Verde	Verde	
Segurança Pública e Viária	medidas de redução de velocidade	Verde	Verde	Verde
	zona residencial com velocidade máxima de 10 km/h	Verde	Verde	Verde
	rede cicloviária acompanhada de zonas 30	Verde	Verde	Verde
	hierarquização de vias	Verde	Verde	Verde
	seqüência de espaços abertos/ sistema de espaços livres públicos fluidos	Verde	Verde	Verde
	iluminação voltada para pedestres (calçadas e travessias)	Verde	Verde	Verde
Transporte Público Coletivo	integração da perspectiva de gênero no planejamento e desenho urbano	Verde	Verde	Verde
	integração entre os meios de transporte	Amarelo	Verde	Verde
	novas estações, novas linhas e/ou expansão de linhas pré-existentes	Amarelo	Verde	Verde
	ônibus intra-comunitários gratuitos para complementar as rotas regulares de ônibus	Verde	Verde	Verde
	uso de aplicativo - informações em tempo real	Verde	Verde	Verde
	faixas exclusivas de ônibus	Verde	Verde	Verde
	integração tarifária	Verde	Amarelo	Verde
Transporte sob Demanda	veículos de transporte público utilizam energias limpas	Verde	Amarelo	Verde
	TSD complemento às linhas existentes nas localidades	Verde	Verde	Verde
	ônibus sob demanda que operam por zona, reservas até o último minuto	Verde	Verde	Verde
	ônibus, sob demanda porta a porta, para pessoas com deficiência	Verde	Verde	Verde
Gestão da Mobilidade	mobilidade autônoma, elétrica e compartilhada (protótipos autônomos)	Verde	Verde	Verde
	regulamentação dos estacionamentos e garagens	Verde	Verde	Verde
	direcionamento de fluxo de carros para vias de maior porte	Verde	Verde	Verde
	criação das linhas e estações de TPC - melhoria geral no sistema de mobilidade	Verde	Verde	Verde
	sistema viário exclusivo de transporte sustentável (TPC e bicicletas)	Verde	Verde	Verde
	tecnologias da informação e comunicação	Verde	Amarelo	Verde
Gestão da Mobilidade	inventário de estacionamentos para análise de demanda	Amarelo	Verde	Verde
	gerenciamento inteligente de estacionamento	Verde	Verde	Verde

gestão dos estacionamentos alimentadores coordenada com a política de estacionamento local, incentivando mudança modal para o transporte público		
meta de reduzir os espaços de estacionamento de 1 para cada 5 ou, no máximo, 1 para cada 3 residências		
áreas e estacionamentos preferenciais para serviços de compartilhamento de carros e caronas		

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição para a circularidade urbana apresenta-se como um desafio contemporâneo, exigindo modificações profundas nas estruturas pré-existentes dos territórios. Ao analisar as iniciativas de mobilidade urbana sustentável nos TPCs do distritotec (México), Parque Patricios (Argentina) e Porto Digital (Brasil), observa-se um panorama diversificado, com iniciativas fragmentadas e aparentemente em estágios iniciais. O Porto Digital está menos avançado em comparação aos outros dois casos, com a maioria das práticas ainda ausentes e poucas em fase de implementação. A criação de redes integradas de mobilidade ativa conectadas ao transporte público coletivo, utilizando energias limpas, é fundamental para alcançar a circularidade urbana. Isso deve ser combinado com o incentivo ao uso de tecnologias de TIC para a gestão inteligente da mobilidade. Como estratégia de gestão da mobilidade, uma das categorias com maiores lacunas nos três casos, é necessária a adoção de medidas que desestimulem o uso do transporte individual motorizado. Em termos de governança, a coordenação entre os diferentes níveis de governo e a participação ativa da comunidade são essenciais para que as iniciativas sejam bem-sucedidas. Também aponta-se a necessidade de produção de conhecimento e dados para que tomadores de decisão possam avançar na implementação de soluções mais sustentáveis e na transição para a circularidade urbana, juntamente com os preceitos de accountability e transparência.

REFERÊNCIAS

- ANNERSTEDT, J. Science Parks and High-Tech Clustering. Em: BIANCHI, P.; LABORY, S. (Eds.). **International Handbook on Industrial Policy**. [s.l.] Edward Elgar Publishing, 2006. p. 279.
- CARAYANNIS, E. G.; BARTH, T. D.; CAMPBELL, D. F. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. **Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 1, n. 1, p. 2, 2012. <http://dx.doi.org/10.1186/2192-5372-1-2>.
- GYURKOVICS, J.; LUKOVICS, M. Generations of Science Parks in the Light of Responsible Innovation. Em: BUZÁS, N.; LUKOVICS, M. (Eds.). **Responsible Innovation**. Szeged, Csongrád-Csanád: University of Szeged, Faculty of Economics and Business Administration, 2014. p. 193–208.
- LAKATOS, E. S.; YONG, G.; SZILAGYI, A.; CLINCI, D. S.; GEORGESCU, L.; ITICESCU, C.; CIOCA, L.-I. Conceptualizing core aspects on circular economy in cities. **Sustainability**, v. 13, n. 14, p. 1-21, July 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13147549>.
- NORONHA, M.; CANUTO DA SILVA, R.; CELANI, G.. Placemaking in the Design of Knowledge-Based Urban Developments. **Joelho - Revista de Cultura Arquitectónica**, v.1, p.91-112, 2023.
- YIGITCANLAR, Tan; LÖNNQVIST, Antti. Benchmarking knowledge-based urban development performance: Results from the international comparison of Helsinki. **Cities**, v. 31, p. 357-369, 2013.
- THE ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Circular Economy in Cities: Project Guide**, 2019.