

P261 – Ordenamento do Uso do Subsolo Urbano para Universalização e Segurança dos Serviços de Utilidade Pública: Referências Internacionais para a Gestão do Espaço Urbano Subterrâneo no Brasil – Ciclo 2020/2021

Lourenço Gimenes¹; Wagner Martins²; Maurício Feijó Cruz¹; Juliana Cipolletta¹; André Jacobsen²; Maxwell Pivesso¹; Daniel Paranhos¹; Guilherme Gonçalves²

¹ FGMF Arquitetura S/S

² Logit Engenharia Consultiva Ltda.

Resumo – Diversas cidades no mundo vêm preparando estudos e estratégias para planejar e organizar o uso e a ocupação do subsolo urbano, compreendendo-o como um ativo fundamental para o desenvolvimento econômico local. No Brasil, entretanto, ainda é incipiente a percepção da importância desse recurso como objeto de planejamento ou como componente de uma visão estratégica do futuro dos municípios. Assim, a presente pesquisa oferece contribuições técnicas ao debate nacional sobre o tema da coordenação do aproveitamento dos espaços urbanos subterrâneos, apresentando levantamento e organização de informações colhidas na literatura científica recente e no estudo de quatro iniciativas internacionais de planejamento e gestão do uso e ocupação do subsolo urbano. Destacam-se, entre os resultados alcançados, distintos modelos de planejamento e gestão do subsolo, à luz de variados arcabouços institucionais e formatos das relações público-privadas, assim como a centralidade, na governança das cidades, dos sistemas digitais de cadastro de informações georreferenciadas em três dimensões.

Palavras-chave: Espaço Urbano Subterrâneo; Subsolo Urbano; Planejamento Urbano; Infraestrutura Urbana; Redes Subterrâneas.

Introdução

A viabilização, expansão de redes e universalização da distribuição de gás natural encanado no meio urbano exigem o enfrentamento, entre outros desafios, das dificuldades físicas de instalação e operação de redes subterrâneas nas cidades. A instalação dessas redes é historicamente feita sem um planejamento amplo sobre o aproveitamento do subsolo do sistema viário público, guiada apenas pelo objetivo principal de resolver rapidamente a passagem dos dutos nas melhores condições técnicas e financeiras. Ainda que diretrizes gerais oficiais orientem a localização preferencial de cada sistema, a ampliação das redes subterrâneas de serviços gera novos desafios relacionados à segurança das operações e às atividades de manutenção, tornando o subsolo objeto de conflito de usos.

A ideia de que a ocupação do solo urbano deva obedecer a regras definidas a partir de uma atividade de planejamento encontra-se amplamente consolidada no Brasil. Entretanto, ainda é incipiente a percepção de que o subsolo urbano também deva ser objeto de regramento em uma perspectiva de longo prazo,

considerando-o um recurso escasso e fundamental para as cidades abrigarem as redes de infraestrutura que garantem seu funcionamento e o desempenho de seu papel na economia.

Nesse contexto, a pesquisa aqui apresentada objetivou, a partir de uma revisão dos aspectos teóricos e práticos referentes ao tema de planejamento e gestão do uso e ocupação do **espaço urbano subterrâneo**, verificar iniciativas internacionais que enfrentaram o desafio do ordenamento do subsolo, de modo a criar um arcabouço de conhecimentos que subsidie discussões e futuras propostas dos diversos atores brasileiros envolvidos no assunto.

Desenvolvimento

O presente projeto foi desenvolvido em duas fases, apresentadas resumidamente a seguir:

A. Fase 1: Aspectos Teóricos e Práticos de Enquadramento do Tema

Nesta fase, foram realizadas pesquisas acerca dos principais desafios relacionados ao ordenamento da utilização do subterrâneo das

idades, de modo a fornecer o correto direcionamento e foco dos estudos das quatro iniciativas específicas constituintes da Fase 2. Assim, os pesquisadores organizaram com clareza os detalhes dos principais aspectos que deveriam ser objeto de atenção na caracterização dos estudos de caso.

Além das atividades de levantamento crítico do estado da arte dos estudos de planejamento e gestão do uso e ocupação do subsolo urbano, foi possível nesse momento também definir quais cidades seriam analisadas na Fase subsequente, a partir das menções relevantes a elas observadas na literatura técnica e científica internacional então consultada, pela disponibilidade de materiais de pesquisa encontrados, pelo grau de desenvolvimento das atividades de planejamento do uso do espaço subterrâneo urbano e pela variedade de lições aprendidas. Destaca-se, nas buscas em portais online de produção técnica e acadêmica, o emprego da palavra-chave *Urban Underground Space (UUS)*, referência para os estudos desse campo transdisciplinar.

B. Fase 2: Estudo de Iniciativas Internacionais Implantadas para o Ordenamento do Uso do Subsolo Urbano

Nessa etapa, foram investigadas e avaliadas quatro iniciativas internacionais que oferecem alternativas para o enfrentamento das questões relevantes a uma política de planejamento do espaço urbano subterrâneo no Brasil:

- Helsinque (Finlândia): considerada referência internacional por diversos autores por ter sido capaz de criar uma cultura de planejamento e de formas de uso do espaço urbano subterrâneo que visa a criação de um novo tecido urbano que se integre com a organização existente na superfície.
- Londres (Inglaterra): a governança do espaço subterrâneo inglês é amplamente setorial e centrada em projetos, à luz de um processo de planejamento descentralizado, inclusive com associações comerciais que representam as concessionárias prestadoras de serviços públicos.
- Xangai e Qingdao (China): o forte crescimento econômico e a ampla urbanização das últimas décadas resultaram em variados tipos, características e tendências de desenvolvimento urbano subterrâneo nas cidades chinesas, com boas oportunidades de análise comparada de iniciativas.
- Singapura: nessa pequena cidade-estado, as limitações físicas à expansão urbana le-

varam à utilização intensiva do espaço urbano subterrâneo, o qual passou a ser considerado recurso estratégico no plano de desenvolvimento econômico de longo prazo do país.

Ao final desta fase, compilou-se um Quadro de Referência a partir dos conhecimentos resultantes das pesquisas, objetivando a disseminação de informações.

Resultados

A. Principais Resultados da Fase 1

Os principais resultados desta fase foram compilados em três monografias temáticas. Na primeira delas, denominada “Segurança Operacional de Infraestruturas de Serviços Públicos no Subsolo Urbano”, foi dada ênfase aos aspectos relacionados ao ordenamento do subsolo urbano à luz das necessidades de compartilhamento de usos desse espaço e dos conflitos decorrentes. De acordo com a literatura consultada, destacam-se nesse tema os chamados *acidentes de terceiros*, como riscos de danos mecânicos causados em escavações junto às redes subterrâneas. Os dados encontrados evidenciam como os acidentes por terceiros são numerosos, especialmente quando se referem às redes de gás natural. Dentre as medidas usualmente adotadas para mitigação de riscos de segurança estão os treinamentos dos funcionários, disponibilização de informações e de canais de atendimento à população, sinalização adequada de locais com redes implantadas e normas técnicas que estabelecem requisitos de segurança.

Na segunda monografia, denominada “Planejamento do Uso do Subsolo à Luz das Demandas Futuras da Cidade – Governança e Resiliência Urbana”, preparou-se uma revisão bibliográfica das análises e reflexões sobre o papel do planejamento do subsolo no gerenciamento e preparação das cidades para o desempenho de suas funções futuras. Do ponto de vista da governança, as questões recorrentemente abordadas pelos autores analisados são a definição apropriada dos direitos de uso e propriedade da terra, processos de mapeamento e cadastro 3D das redes de infraestruturas, e mecanismos de gestão do subsolo (como a criação de um Plano Diretor do Subterrâneo). Quanto à resiliência urbana, destacou-se que, para estabelecer o uso racional do subterrâneo, mostra-se necessário construir formas de avaliação da resiliência e sustentabilidade dos projetos, utilizando indicadores para a medição e

acompanhando das mesmas nas cidades e infraestruturas. A literatura aponta ainda, como primordial, o estabelecimento do diálogo institucionalizado entre as partes interessadas no assunto (governo, concessionárias de serviços e sociedade civil), de modo a se criar uma visão comum sobre o uso e desenvolvimento do subsolo urbano.

Finalmente, na terceira monografia produzida, denominada “Planejamento do Uso do Subsolo para a Qualificação Urbanística e Ambiental”, o uso do subsolo foi abordado com ênfase nas questões de planejamento urbano, dimensão urbana das infraestruturas, potencial dos recursos espaciais subterrâneos, e a necessidade de organização e ocupação consciente desse recurso estratégico das cidades. Destacou-se a necessidade de planejamento e projeto de espaços subterrâneos multifuncionais integrados com a superfície, e sua coexistência com as redes de infraestrutura de serviços públicos, assim como o papel do planejamento do subsolo para a sustentabilidade urbana – tanto sua integração ao planejamento geral da cidade quanto o desenvolvimento de iniciativas sustentáveis, como as infraestruturas verdes. Para tal, apontam-se como necessárias regras ou diretrizes que contribuam para a criação dessa nova frente de desenho urbano, a reunião dos atores interessados no processo de planejamento urbano, e melhoria nos cadastros de subsolo – principalmente em 3D.

B. Principais Resultados da Fase 2

Globalmente, o desenvolvimento do espaço subterrâneo urbano vem ganhando impulso à medida que as cidades se tornam mais intensamente ocupadas. Alguns lugares consideram o uso do espaço urbano subterrâneo como uma forma sustentável de conter a expansão descontrolada da cidade em direção às periferias, além de qualificar o meio ambiente urbano com maior oferta de redes de serviços públicos. Em variados cenários econômicos, físicos, institucionais, regulatórios e políticos, o estudo das iniciativas internacionais de ordenamento do subsolo constituiu fonte de aprendizado para encaminhar a construção de um modelo brasileiro futuramente.

Assim, foram elaboradas quatro monografias acerca das seguintes localidades: Helsinque (Finlândia), Xangai e Qingdao (China), Londres (Inglaterra), e a Cidade-Estado de Singapura. As principais características das quatro iniciativas analisadas em maior profundidade são indicadas a seguir, de forma sintética:

- **Helsinque** - Modelo centralizado de ordenamento do subsolo: Plano Diretor do Subterrâneo contemplando todo o município; estrutura de planejamento e funções definidas por legislação; desenvolvimento de ambientes subterrâneos construídos para diferentes finalidades; sistema de cadastro e registro de imóveis em 3D.
- **Xangai e Qingdao** - Modelo centralizado de ordenamento do subsolo: Plano Diretor do Subterrâneo contemplando todo o município e Planos Setoriais para determinadas regiões das cidades; governos municipais lideram a legislação e regimento do uso do subsolo urbano, com foco na segurança, direito de uso e propriedade da terra, planejamento, informação e gestão do subsolo; definição clara de objetivos e estratégias de desenvolvimento do espaço urbano, com projeções de demanda por uso, identificação das funções necessárias, e layout geral a curto, médio e longo prazo; desenvolvimento de centralidades integradas à rede de transportes de massa.
- **Singapura** - Modelo centralizado de ordenamento do subsolo: Plano Diretor do Subterrâneo contemplando áreas específicas da cidade; leis que visam facilitar a definição do direito de propriedade e a compra específica de estratos do subsolo; iniciativa para o mapeamento subterrâneo 3D da cidade; estrutura de planejamento e funções bem definidas, com uma autoridade nacional responsável; desenvolvimento de ambientes subterrâneos construídos focados em serviços públicos e infraestruturas de transportes.
- **Londres** - Modelo descentralizado de ordenamento do subsolo: foco setorial e centrado em projetos; iniciativas independentes de ordenamento; autoridade local (*Borough*) é responsável pela gestão do subsolo e suas regras específicas; normas técnica sobre coleta, registro, manutenção e compartilhamento de informações e dados relacionados aos ativos subterrâneos; iniciativas recentes de consolidação dos dados de registro de ativos subterrâneos; associação de concessionárias de serviços de infraestrutura focada na coordenação, cooperação e comunicação entre as partes e o estabelecimento de princípios comuns de boas práticas.

A partir dos resultados das atividades, foi elaborado um breve Quadro de Referência, que não pretende eleger um modelo específico para o país, mas sim subsidiar debates futuros sobre o tema e inserir o assunto do planejamento do

subsolo urbano nas agendas dos governos municipais, apontando alternativas possíveis para o encaminhamento de iniciativas de planejamento do uso do subsolo urbano no Brasil:

1. Legislação nacional que estabeleça um marco geral para o planejamento e gestão do subterrâneo urbano, definindo e articulando as responsabilidades de municípios e estados, assim como o modelo de associação das concessionárias de serviços públicos para institucionalização da colaboração.
2. Fomento à adoção de um modelo centralizado de ordenamento do subsolo, conduzido pelas prefeituras, com instrumentos como o Plano Diretor do Subterrâneo associado ao Plano Diretor da cidade.
3. Criação de sistemas de cadastro de propriedades, dados geológicos, redes e infraestruturas subterrâneas, com mapeamento 3D, em escala regional e conduzida por governos estaduais e entidades metropolitanas.
4. Desenvolvimento de ambientes subterrâneos compartilhados, construídos para diferentes finalidades (redes de utilidades, mobilidade urbana, logística, comércio e serviços) que, associadas, garantem a viabilidade financeira de sua implantação e manutenção.

Conclusões e Contribuições

A execução das monografias elaboradas na pesquisa permitiu uma sólida organização do conhecimento acerca das formas de ordenamento do uso do subsolo urbano e dos aspectos envolvidos (segurança operacional, resiliência urbana, governança, sustentabilidade, qualificação urbanística e ambiental). Objetivamente, espera-se que o conhecimento construído auxilie na criação de uma visão estratégica de futuro que oriente o planejamento e a coordenação da ocupação do subterrâneo das cidades no Estado de São Paulo.

Principais Referências

ADMIRAAL, H.; CORNARO, A. Why underground space should be included in urban planning policy – and how this will enhance an urban underground future. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 55, p. 214-220, 2016.

BAI, Y.; ZHOU, R.; JIANGSONG, W. Hazard identification and analysis of urban utility tunnels in China. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 106, dezembro, 2020.

BÉLANGER, P. **Landscape infrastructure: Urbanism beyond engineering**. Tese de Doutorado, Wageningen University, Wageningen, 450 p., 2013.

BOBYLEV, N. Mainstreaming sustainable development into a city's master plan: A case of urban underground space use. **Land Use Policy**, v. 26, n. 4, p. 1128-1137, 2009.

CHIA, Jean. Developing the business and financial district in Marina Bay. **National University of Singapore Repository**, jun. 2016.

DELMASTRO, C.; LAVAGNO, E.; SCHRANZ, L. Underground urbanism: Master plans and sectorial plans. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 55, p. 103-111, 2016.

PARRIAUX, A.; TACHER, L.; JOLLIQUIN, P. The hidden side of cities – towards three-dimensional land planning. **Energy and Buildings**, v. 36, p. 335-341, 2004.

REYNOLDS, E.; REYNOLDS, P. Planning for underground spaces “Ny-lon underground”. In: **Think Deep: Planning, development and use of underground space in cities**. Netherlands, Isocarp, 2015.

SILVA, Aloisio Pereira da. **Sistema Infravia - Integração em Desenho Urbano e Redes de Infraestrutura**. (2017) Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

STERLING, R. et al. Sustainability issues for underground space in urban areas. **Urban Design and Planning**, v. 165, n. 4, p. 241-254, 2012.

VAN SON, Rob et al. A framework for reliable three-dimensional underground utility mapping for urban planning. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, v. XLII-4/W10, p. 209-214, set. 2018.

VOLCHKO, Y. et al. Subsurface planning: Towards a common understanding of the subsurface as a multifunctional resource. **Land Use Policy**, v. 90, jan. 2020.

VON DER TANN, L.; METJE, N.; ADMIRAAL, H.; COLLINS, B. The hidden role of the subsurface for cities. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Civil Engineering**, 2018. v. 171, p.1-7.

YAN, Jingya et al. Towards an underground utilities 3D data model for land administration. **Remote Sensing**, v. 11, n. 17, ago. 2019.

ZHOU, Yingxin; ZHAO, Jian. Assessment and planning of underground space use in Singapore. **Tunnelling and Underground Space Technology**, v. 55, p. 249-256, janeiro. 2016a.