Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia
CONTECC'2018
*Maceió - AL*
*21 a 24 de agosto de 2018*

# CIDADES INTELIGENTES E SUSTENTÁVEIS: DIRETRIZES PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA INFRAVIA EM MUNICIPIOS BRASILEIROS.

ALOISIO PEREIRA DA SILVA[1]*; CASSIO TANIGUCHI[2] GUILHERME CUSTÓDIO DE MEDEIROS[3]

[1]Dr. em Engenharia Civil / UFSC, Diretoria Técnica SUDERF, Florianópolis-SC, aloisio@spg.sc.gov.br;
[2]Engenheiro Eletrônico/ ITA, Superintendente SUDERF, Florianópolis-SC, cassio@spg.sc.gov.br;
[3]MsC. em Engenharia Civil/ UFSC, Coordenador Técnico SCPAR, Florianópolis-SC, guilherme@scpar.sc.gov.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO**: Este estudo visa apresentar a avaliação do sistema de ordenamento do subsolo e compartilhamento de redes de infraestrutura, denominado INFRAVIA e o desenvolvimento de diretrizes para implantação deste em municípios Brasileiros, devido principalmente aos benefícios apresentados, como a redução de custos na implantação de redes de infraestrutura da ordem de 30% e de até de 70% na operação, manutenção e ampliação, quando comparado ao atual método de construção individualizada de redes, com base nos resultados obtidos através de implantação de projeto piloto em escala real em parque tecnológico em 2016. Além dos benefícios econômicos diretos, foram observados potenciais ganhos relacionados à mobilidade urbana, pela não obstrução das ruas para construção e manutenção das redes, benefícios ambientais pelo conceito de "Lixo Zero" na construção e operação do sistema, com a utilização de resíduos como matéria prima e não geração de entulho na sua operação e manutenção, aspectos de acessibilidade, com a padronização de calçadas e ciclovias ao longo das vias urbanas, melhorias na segurança da infraestrutura e dos trabalhadores, pela indicação exata da posição das redes e proteção das mesmas pela estrutura do sistema, e transparência pública na gestão das redes, que ocorre de maneira centralizada. O sistema INFRAVIA tem como base a Norma Brasileira ABNT NBR 16584:2017 - Galeria técnica pré-moldada em concreto para compartilhamento de infraestrutura e ordenamento do subsolo, onde o autor deste estudo foi um dos seus criadores.
**PALAVRAS-CHAVE:** Infraestrutura urbana, instalações, vala técnica, Sistema INFRAVIAS.

# SMART AND SUSTAINABLE CITIES: GUIDELINES FOR IMPLEMENTATION OF THE INFRAVIA SYSTEM IN BRAZILIAN MUNICIPALITIES.

**ABSTRACT**: This study aims to present the evaluation of the underground planning system and infrastructure networks sharing, called INFRAVIA and the development of guidelines for its implementation in Brazilian municipalities, mainly due to the benefits presented, such as the reduction of costs in the implementation of infrastructure networks of the order of 30% and up to 70% in the operation, maintenance and expansion, when compared to the current method of individualized network construction, based on the results obtained through the implementation of a real-scale pilot project in a technology park in 2016. In addition to the direct economic benefits, potential gains related to urban mobility were observed due to the non obstruction of the streets for the construction and maintenance of the networks, environmental benefits due to the concept of "Zero Waste" in the construction and operation of the system, with the use of recycled material from waste and no generation of debris in its operation and maintenance, accessibility aspects: standardization of sidewalks and bike lanes along urban roads, improvements in infrastructure and worker safety, due the accurate indication in the position of the networks and protection structure, and transparency in facilities management, which occurs centrally. The INFRAVIA system is based on the Brazilian Standard ABNT NBR 16584: 2017 - Precast concrete technical gallery for to share and order the underground systems, where the author of this study was one of its creators.
**KEYWORDS:** Urban infrastructure, shared facilities, joint trench, INFRAVIAS System.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, mais pessoas vivem em áreas urbanas do que em áreas rurais e as regiões mais urbanizadas são a América do Norte (82 por cento) e a América Latina (80 por cento), e o crescimento demográfico e urbanização contínua são projetados para adicionar 2,5 bilhões de pessoas para a população urbana até 2050. Com esta urbanização crescente e rápida, especialmente nos países em desenvolvimento, tornasse imperativo adotar políticas integradas de planejamento urbano para melhorar a vida das populações urbanas e rurais (UNITED NATIONS, 2014).

O Brasil tem sofrido um acelerado processo de urbanização, trazendo como consequências um intenso processo de modernização na sociedade. O intenso fluxo migratório de famílias que deixaram o meio rural com destino às cidades, aliado à industrialização nos grandes centros, não foi capaz de suprir as expectativas dessa população quanto às condições mínimas de moradia, principalmente no que tange a oferta de infraestrutura básica devido ao rápido crescimento das cidades.

Nos processos atuais de urbanização, o projeto urbano e a implantação de sua infraestrutura são executados de forma descoordenada e isolada, congestionando o espaço subterrâneo e afetando em perda de qualidade, segurança e aumento nos custos de construção e operação (Mascaró; Yoshinaga, 2005).

Para uma efetiva implementação de políticas integradas que contribuam para o crescimento sustentável das cidades, é essencial coordenar a ocupação do solo, por meio do seu desenho urbano e da implementação de sua infraestrutura, necessária para a qualidade de vida dos indivíduos (Sperandelli et al., 2013).

## MATERIAL E MÉTODOS

Neste conceito, a questão de gestão da infraestrutura urbana, em especial o ordenamento das redes de infraestrutura vem sendo tema de intensos estudos, visando à melhoria da qualidade de vida dos indivíduos, principalmente nos centros urbanos. Os primeiros estudos datam de 1966, onde o Ministério de Construção e Obras Públicas na Inglaterra começou um estudo abrangente de ordenamento subterrâneo e compartilhamento de infraestrutura e desenvolveu um modelo propondo um regramento na implantação destas redes através de posicionamento e distâncias pré-definidas entre estas (Boegly,1969).

O posicionamento utilizado neste modelo assegura a compatibilidade entre as várias redes que utilizam a vala, (Boegly, 1969). Esta pesquisa foi usada como base para estudos conduzidos pela Defesa Civil nos EUA para determinar a aplicabilidade do sistema de ordenamento e compartilhamento para implantação de redes de infraestrutura nos Estados Unidos (SAAAS, 1973).

Este estudo de dimensionamento de valas enfatiza a necessidade de espaçamento apropriado na colocação das redes e seu ordenamento, devido principalmente à crescente demanda por redes de infraestrutura com o crescimento dos centros urbanos e o congestionamento do subsolo (Kuhn 2002).

Diante da necessidade de ordenamento e compartilhamento do solo para a implantação de diversas redes de infraestrutura nos moldes acima, atualmente são apresentados 03 principais modelos: **Vala Técnica** (Joint trenching), **Galeria Técnica não visitável** (Joint trench encase dutilities) e **Galeria Técnica visitável** (Utility Corridors), que são diferenciadas segundo suas características, aplicabilidades e limitações (Kuhn, 2002).

Kuhn (2002) define cada sistema específico através de suas características construtivas e aplicabilidades, devendo ser feita a análise do tipo a ser usado em virtude destas informações:

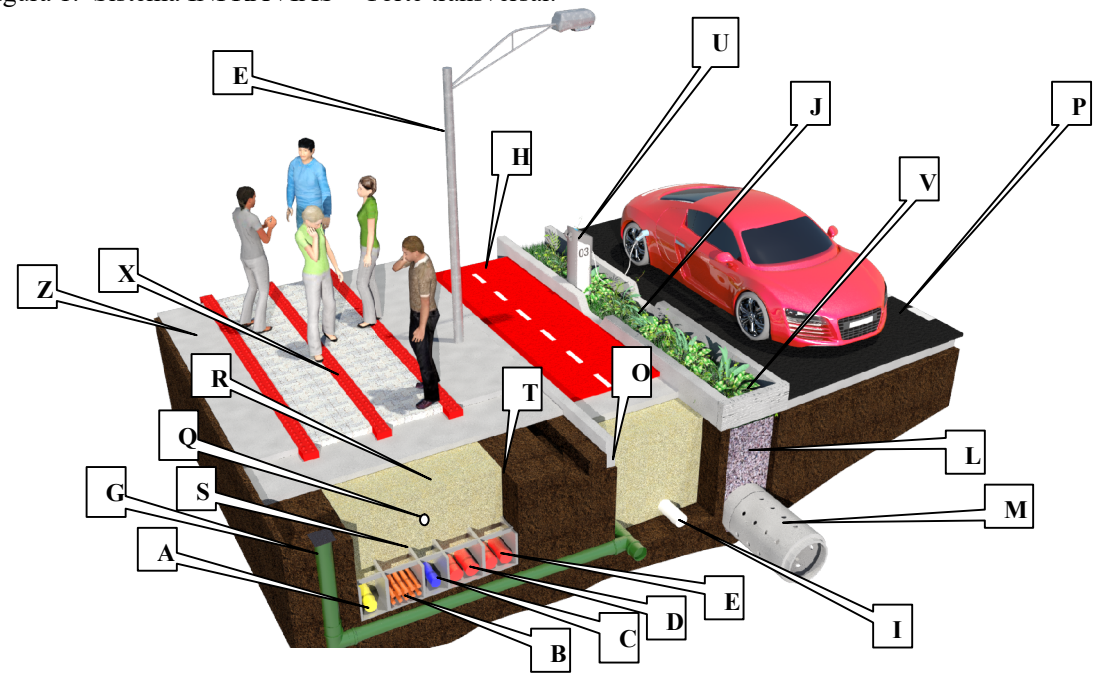
a) **Vala Técnica** (Joint trench): Também conhecida como vala comum compartilhada, onde através de abertura em solo, as redes são implantadas diretamente e separadas por distâncias pré-estabelecidas, tanto na horizontal, quanto na vertical e preenchida com solo natural ou areia. Não existem elementos físicos que separam as redes. Sobre a cobertura poderá ser implantada pavimentação.
b) **Galeria Técnica não visitável** (Joint trench encase dutilities): Tem características análogas a vala técnica, sendo que é considerada como uma evolução desta, visto que as redes são envolvidas por estrutura de concreto ou outro material com resistência mecânica adequada ao uso e não inflamável.
c) **Galeria Técnica visitável** (Utility Corridors): São estruturas de maior porte, visto que além de receber as redes, esta estrutura é visitável. Devido ao porte apresenta alto custo de implantação e operação/manutenção.

As vantagens observadas nos sistemas acima são o aumento na segurança física das redes, melhor aproveitamento do subsolo e redução dos custos de implantação devido à divisão de custos, Kuhn (2002). Estudos realizados com 16 companhias americanas que adotaram tal prática observaram reduções que variam de 30 a 40% nos custo de construção civil, dependendo do número de redes presentes (Kuhn, 2002).

Analisando os modelos acima propostos, observou-se que a vala técnica tem como limitação a não separação física entre as redes, implicando em riscos operacionais, além de possíveis erros construtivos na implantação da distância mínima entre redes. Nos casos das galerias técnicas, seja visitável ou não, a questão do confinamento das redes é um dos pontos de risco, principalmente no caso de redes de gás natural, onde existem riscos relacionados ao confinamento destes gases e consequente explosão. Outro ponto no caso das galerias é o alto custo de implantação, e no das visitáveis, o seu alto custo de operação (Kuhn, 2002).

Diante das limitações dos modelos correntes, foi desenvolvido um sistema que incorpora a vantagem construtiva da vala técnica, com a separação física entre redes do modelo de galeria técnica, nascendo assim o Sistema INFRAVIA (Da Silva, 2016). O sistema apresentado introduz o conceito de "calha" com paredes de plástico reciclado, projetado através do conceito de "ferramenta a prova de falhas", derivado do Sistema Toyota de Produção – STP (Ohno, 1988), para confinamento e proteção de instalações, visando evitar o contato físico entre as redes e dos operários nas redes adjacentes a que estes estejam trabalhando, seja durante a construção, manutenção, operação ou ampliação destas redes.

Figura 1. Sistema INFRAVIAS – Corte transversal.




**Na calçada** : Redes: (**A**) Gás Natural, (**B**) Telecomunicações, TV a cabo, Dados, (**C**) rede de Água Potável / Hidrante (conceito com tubo vertical), (**D**) rede elétrica (baixa), (**E**) rede elétrica (média) / Iluminação Pública, (**Q**) sistema de monitoramento de pavimento e redes (**R**) cobertura de areia reciclada, (**S**) Paredes de plástico reciclado- estrutura Sistema INFRAVIA, (**X**) Blocos intertravados - sinalização das redes, (**Z**) Blocos intertravados – demais, (**T**) Sistema anti-raiz. **Na ciclovia** (**H**): (**I**) Gasoduto alta pressão, (**G**) Esgoto. **Drenagem de águas pluviais** (**J**): (sistema de eco-drenagem) - (**O**) meio-fio de concreto, (**N**) vegetação (espécies de plantas específicas para auxiliar na filtragem da água da chuva), (**L**) Eco filtro - Para filtrar a água da chuva - feito com cascalho reciclado a partir de resíduos da construção civil, (**M**) tubo de drenagem - para recolher a água da chuva, (**J**) de abertura para a entrada de água da chuva, (**V**) Sistema extravasor para coleta de águas em grandes chuvas. **Rua** (**P**): sem instalações subterrâneas, melhorias na mobilidade urbana e na vida útil do pavimento devido à menor interferência na manutenção, (**U**) Sistema de carregamento de carro elétrico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi desenvolvido modelo de infraestrutura compartilhada, denominado sistema INFRAVIA, onde este agrega diversas redes de infraestrutura em um sistema subterrâneo organizado, conforme já detalhado acima e avaliado os resultados da implantação e testes de projeto piloto deste sistema no parque tecnológico Sapiens Parque, em Florianópolis/SC., conforme Figura 2 abaixo.

Figura 2 Implantação do sistema INFRAVIA no parque tecnológico Sapiens Parque.

Dado a grande diversidade das redes que agrega o sistema, esta análise econômica se restringiu a analisar a relação de custos para a produção de rede de distribuição de gás natural, adotando simplificações na sua concepção e análise, visto que não envolve o cálculo de vazão e dimensionamento da rede, adotando um modelo genérico.

Nestas condições, também foi analisado a inclusão de um novo cliente nesta rede implantada, tendo como objetivo não apenas quantificar os custos de produção, mas também analisar fatores relacionados principalmente entre a interface operativa das redes e a segurança destas e dos funcionários que atuaram durante estas atividades, visto a rede estar pressurizada e em condições de operação.

Assim, quando comparamos a implantação do sistema INFRAVIA com o sistema individualizado, temos uma redução de custos na implantação que variam da ordem de 66,59% a 79,90% para as redes de gás natural (Silva, 2017). Para a implantação de uma derivação da rede principal para um cliente, no modelo atual, é necessária a intervenção no pavimento e calçada, interligando a rede principal ao ramal, tendo valores estimados em R$ 5.150,90 por intervenção, O custo apresentado para este serviço, com base nos índices de produtividade obtidos através da construção do projeto piloto no parque tecnológico foi de R$ 522,29 por intervenção, representando uma redução de custos da ordem de 89,86% quando comparado ao modelo atual (Silva, 2017).

Logo, podemos comprovar os ganhos financeiros, tanto com base nos resultados acima apresentados (Silva, 2017) pelo sistema INFRAVIA, quanto nos obtidos na implantação das redes por concessionárias americanas no modelo de vala técnica (Kuhn, 2002) com a gestão integrada das redes.

Nestas condições, cabe resaltar que para sua implantação em escala, apesar das grandes vantagens financeiras apresentadas pelo sistema INFRAVIA, entre outras, deverão ser observadas questões de **governança**, devido à inexistência deste modelo no Brasil e a falta de cultura de planejamento a médio e longo prazo para redes de infraestrutura, limitando-se a ações que duram na maioria das vezes o período do mandato dos governantes, onde estes iniciam e finalizam ações em suas gestões, geralmente com períodos de 4 anos, denotando assim uma política de governo e não de estado, onde temos planejamento para ações superiores a 10 anos.

Questões **legais** deverão ser observadas, como o uso do subsolo e seu regramento e a necessidade de criação de legislação específica nos municípios para a gestão das redes e de planos diretores que estabeleçam uma relação entre o crescimento da cidade, os critérios urbanísticos e o planejamento da infraestrutura para atingir as metas estabelecidas. Neste mesmo sentido, existe a

necessidade de gestão de todo o sistema e de um ente que **lidere** e coordene estas ações, que dada às características legais, poderá ser a própria prefeitura municipal.

A inexistência ou deficiência de quadro técnico para gestão deste sistema poderá ser superado com a criação de **estrutura específica**, com recursos oriundos da própria gestão do sistema centralizado, através da outorga do uso do subsolo, cobrado das concessionárias. Neste sentido, com a redução dos custos na implantação das redes e principalmente na sua operação por parte das concessionárias, através da divisão dos custos pela construção e da não demolição do pavimento das ruas para a manutenção, torna-se viável e atrativo para as concessionárias o pagamento de tal outorga.

Quanto aos **critérios técnicos**, não existe óbice na sua implantação devido a este estar em concordância com as normas técnicas específicas de cada sistema de infraestrutura. Cabe resaltar que com a criação da Norma Brasileira ABNT NBR 16584:2017 - Galeria técnica pré-moldada em concreto para compartilhamento de infraestrutura e ordenamento do subsolo, este conceito tende a ser difundido, resaltando suas inúmeras vantagens.

Outro ponto importante é a instituição da Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling (**BIM**), através do decreto Nº 9.377, de 17 de maio de 2018, do Governo Federal. Nestas condições, nos parágrafos III e IV, do Artigo 4º, estes estabelecem a condição de contratação de obras publicas com esta tecnologia (III) e a importância da sinergia entre as ações dos órgãos e das entidades públicas (IV), foco do sistema INFRAVIA por compartilhar as redes.

## CONCLUSÃO

Além dos benefícios acima citados, não estão incluídos os indiretos, observados quando comparamos o sistema INFRAVIA ao modelo de redes sob o pavimento, onde existe redução na mobilidade urbana e outros inconvenientes frente à interdição parcial ou total do trecho que está sendo operado, onde estudos estimam que somente no Reino Unido, as interferências em obras de rua custam 7 bilhões de libras anuais, compreendendo 5,5 bilhões de libras em custos indiretos e 1,5 bilhões de libras em custos diretos (Mcmahon et al., 2005).

A escala de valores envolvidos é bilionária, conforme acima mencionado. Apenas na cidade de São Paulo, são previstos custos da ordem de R$ 100 bilhões de reais para enterramento da rede elétrica, que se compartilhada, pode chegar até a 30% de redução de custos, representando R$ 30 bilhões, denotando a importância da proposta para a reconstrução nacional pautado na engenharia.

## REFERÊNCIAS


ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS –(ABNT). NBR 16584: Galeria técnica pré-moldada em concreto para compartilhamento de infraestrutura e ordenamento do subsolo. Requisitos e métodos de ensaios, 2017.

Boegly JR, W. J.; Griffith, W. L. I,.Urban Research.Annual Progress Report Civil Defense Research Project, 1969.

Da Silva, A. P.; Loch, C.; Kuhn, B. T.. "Implementation and evaluation of the joint trench model (Infravias system) – Sapiens Parque Project." 11th Pipeline Technology Conference 2016. EITEP Institute, Berlin, 2016.

Kuhn, B. T. et al, Utility Corridor Structures and Other Utility Accommodation Alternatives in TXDOT Right of Way, Texas Transportation Institute, FHWA/TX-03/4149-1 Sept 2002

Mascaró, J. L.; Yoshinaga, M. Infraestrutura urbana. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2005.

Mcmahon, W., Burtwell, M. H., & Evans, M. Minimising Street Works Disruption: The Real Costs of Street Works to the Utility Industry and Society. UK Water Industry Research, London, UK. UKWIR Report Number: 05. WM/12/8. ISBN: 1-84057-408-9. 2005.

Ohno, T. Toyota Production System: Beyond large-scale production. Cambridge, MA., Productivity Press, 1988.

SAAAS, O. Civil Defense Research Project.1973.

Silva, A. P. Sistema Infravia - Integração em Desenho Urbano e Redes de Infraestrutura. 247f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Centro de Tecnologia. Universidade Federal da Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

Sperandelli, D. I., Dupas, F. A., & Dias Pons, N. A. Dynamics of urban sprawl, vacant land, and green spaces on the metropolitan fringe of São Paulo, Brazil. Journal of Urban Planning and Development, 139(4), 274-279. 2013.