



# XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Avanços no desempenho das construções – pesquisa, inovação e capacitação profissional

12, 13 E 14 DE NOVEMBRO DE 2014 | MACEIÓ | AL

## ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE GALERIAS TÉCNICAS NA ORGANIZAÇÃO DE SUBSOLO URBANO EM SÃO PAULO

PUPIN, L. H. L. Z. (1); MARINS, K. R. C. C. (2)

(1) Escola Politécnica da USP, [luishenrique.pupin@gmail.com](mailto:luishenrique.pupin@gmail.com); (2) Escola Politécnica da USP, 11 3091 5107, [karin.marins@usp.br](mailto:karin.marins@usp.br)

### RESUMO

Os serviços técnicos urbanos são atividades ofertadas nas cidades ou zonas urbanizadas, tais como abastecimento de água, coleta de esgoto e fornecimento de energia. Para isso, são utilizadas redes de infraestrutura urbana. As galerias técnicas são uma forma de infraestrutura compostas por túneis que integram as diversas redes dos sistemas técnicos urbanos em um espaço facilmente acessível em qualquer ponto de sua extensão. O presente artigo visa analisar as condições de implantação e operação de galerias técnicas subterrâneas como elemento de organização e planejamento do subsolo urbano, em áreas urbanas brasileiras. São inicialmente identificados fatores técnicos, urbanísticos e econômicos que auxiliem na análise da viabilidade desse sistema alternativo mediante pesquisa bibliográfica e consulta a fornecedores de componentes construtivos para implantação de galerias técnicas. O referencial teórico é então utilizado para comparar diversas soluções alternativas de inserção das redes de infraestrutura urbana em um caso selecionado, a área da operação urbana Água Branca, em São Paulo, atualmente em processo de desenvolvimento e reurbanização, detalhando-se indicadores de custos de implantação e operação da infraestrutura e das redes urbanas e se calculando tempo de retorno dos investimentos. Da análise da região da operação urbana Água Branca, nota-se que, apesar do elevado custo de implantação das galerias técnicas, seu custo operacional em médio e longo prazos é mais baixo em relação à construção em valas simples, considerando redes de energia elétrica e água. Dessa forma, em uma análise global do caso estudado, as galerias técnicas são economicamente mais viáveis quando comparadas às valas comuns para se inserir as redes analisadas. Assim, podem representar uma solução interessante em áreas de desenvolvimento urbano em que se prevê adensamento populacional e expansão ou ampliação das redes de infraestrutura.

**Palavras-chave:** galerias técnicas, túneis de utilidades, infraestrutura urbana, sustentabilidade

### ABSTRACT

*The urban technical services are activities offered in cities or urbanized zones, such as water supply, sewage and energy supply. In order to achieve these services, urban infrastructure networks are used. Technical galleries or utility tunnels are a form of infrastructure composed of tunnels that integrate different urban technical system networks in an easily accessible space at any point of its extension. The present article intends to analyze the constraints involved in the implementation and operation of technical galleries as an element of urban soil organization and planning in urban areas. Technical, urban and economic factors that assist in the viability on this alternative system analysis are initially identified through bibliographic research and consultancy of providers of constructive components related to technical galleries construction. References are then used to compare different alternative solutions of urban infrastructure networks in a study case, Agua Branca urban operation area, located in São Paulo, which is currently under development and reurbanization. The analysis includes cost indicators related to the construction and operation phases of the infrastructure and the urban networks and the payback time. The analysis of Agua Branca case study shows that, in spite of the high initial cost of utility tunnels, its operational cost in medium and long terms is lower comparing to the ones in simple ditch construction, considering electricity and water networks. Thus, as a general result, technical galleries have shown to be economically more viable in comparison with common ditches in order to*

*insert the analyzed networks. Therefore, they can represent an interesting solution in urban development areas in which is foreseen a population concentration and expansion or amplification of infrastructure networks.*

**Key words:** technical galleries, utility tunnels, urban infrastructure, sustainability.

## 1 INTRODUÇÃO

Os serviços técnicos urbanos são atividades ofertadas nas cidades ou zonas urbanizadas, tais como abastecimento de água, coleta de esgoto e fornecimento de energia. Para isso, são utilizadas redes de infraestrutura urbana. As galerias técnicas são uma forma de infraestrutura, compostas por túneis que integram as diversas redes dos sistemas técnicos urbanos em um espaço facilmente acessível em qualquer ponto de sua extensão.

Por vários anos, essas redes vêm sendo alocadas de forma desorganizadas e não integradas com outras estruturas que utilizam o mesmo meio, o que gerou, com o passar do tempo, um problema de congestionamento do subsolo urbano, onde grande parte dessas redes é alocada hoje em dia. Tal situação é ironicamente denominada pelos engenheiros urbanos como “o problema do macarrão no subsolo” (CANO-HURTADO e CANTO-PERELLO, 1999).

As sociedades modernas não podem viver sem que sejam providos os serviços técnicos urbanos, utilizados diariamente por milhares de pessoas. Por esse motivo, o problema da sobrecarga sobre o subsolo urbano vem se tornando cada vez mais discutido, tornando-se imprescindível a adoção de soluções alternativas para que este seja organizado, livrando-o inclusive para atendimento a outras finalidades das gerações futuras.

Nesse contexto, as galerias técnicas, ou túneis de utilidades, se colocam como uma possibilidade em determinados contextos urbanos. O presente artigo visa analisar as condições de implantação e operação de galerias técnicas subterrâneas como elemento de organização e planejamento do subsolo urbano, em áreas urbanas brasileiras.

São inicialmente identificados fatores técnicos, urbanísticos e econômicos que auxiliem na análise da viabilidade desse sistema alternativo, mediante pesquisa bibliográfica e consulta a fornecedores de componentes construtivos para implantação de galerias técnicas. O referencial teórico é então utilizado para comparar diversas soluções alternativas de inserção das redes de infraestrutura urbana em um caso selecionado, a área da operação urbana Água Branca, em São Paulo, atualmente em processo de desenvolvimento e reurbanização, detalhando-se indicadores de custos de implantação e operação da infraestrutura e das redes urbanas e se calculando tempo de retorno dos investimentos.

## 2 GALERIAS TÉCNICAS

As galerias técnicas, como descrevem Cano-Hurtado e Canto-Perello (1999), são túneis que integram as diversas redes de serviços técnicos urbanos em um espaço comum e acessível em toda extensão, caso seja necessária manutenção ou ampliação de alguma rede. Segundo os autores, o subsolo é um recurso natural finito e não renovável e assim precisa ser considerado quando está se decidindo sobre sua ocupação com as diversas redes de infraestrutura.

A grande barreira considerada por governantes e concessionárias de serviços técnicos urbanos para a adoção dessa alternativa é o custo inicial. Por se tratar de uma estrutura de grandes dimensões enterrada, é inevitável que necessite de um grande investimento para a implantação. Por outro lado, ao se analisar a solução em um horizonte de planejamento maior, nota-se que as redes no interior das galerias apresentam uma

durabilidade muito mais expressiva quando comparadas às redes enterradas em valas simples. Como descrito por A. Laistner e H. Laistner (2012), algumas redes inseridas em galerias em Londres, as quais apresentam mais de 100 anos, continuam resistindo e operando adequadamente. Essa elevada durabilidade deve-se ao fato do ambiente proporcionado pelas galerias, sendo este previsível e não agressivo para as estruturas nelas inseridas.

## **2.1 Fatores considerados para a implantação das galerias técnicas**

Dentre as análises técnicas necessárias para o estudo de viabilidade da adoção das galerias, é necessário selecionar quais as mesmas abrigariam e definir sua organização, para que sejam evitadas interferências.

Além do arranjo espacial para as redes no interior dos túneis, deve ser considerado o espaço para a locomoção e realização de manutenção e ampliações pelos técnicos, além de ser necessário reservar espaços para futuras redes a serem instaladas. Esse requisito é descrito por Cano-Hurtado e Canto-Perello (1999), quando foram construídas as primeiras galerias técnicas na Europa, por exemplo, quando não havia ainda redes de energia elétrica. Nos anos seguintes, essas redes passaram a compor os serviços técnicos urbanos e foram inseridas nas galerias existentes nas quais havia sido reservado um espaço adicional, evitando, assim, novas escavações.

Deve-se considerar, também, o traçado das galerias, observando a topografia, geologia e uso e ocupação do solo. Caso haja alguma interferência muito acentuada, como por exemplo, escavação em rocha, a viabilidade da adoção dessa alternativa pode ser prejudicada devido a um incremento no custo inicial (HUNT, NASH e ROGERS, 2014).

Como a implantação dos túneis de utilidades necessitam de um custo inicial expressivo, deve-se considerar a população que será atendida, por meio da densidade populacional verificada ao longo traçado da rede. Uma densidade populacional elevada pode justificar a adoção dessa alternativa.

Além disso, como descrevem Hunt, Nash e Rogers (2014), com a adoção das galerias, há uma expressiva redução nos impactos causados na superfície cada vez que há alguma intervenção nas redes, melhorando a qualidade de vida no comércio e residências, diminuindo ruídos e ocupação de espaço urbano com obras e interrupções no tráfego.

Por se tratar de um espaço comum, compartilhado pelos diversos prestadores de serviços técnicos urbanos, um fator a se considerar no planejamento da galeria é como se dará seu gerenciamento. Canto-Perello e Curiel-Esparza (2006) descrevem que há uma questão de lealdade entre as empresas que dividem os túneis que precisa ser bem resolvido para que seja garantido que cada técnico realize intervenções apenas na rede que está habilitado e permitido. Os autores orientam que devem ser estipulados controles de entrada, saída e relatórios de serviços realizados por cada trabalhador, por exemplo.

Além do espaço reservado para que sejam realizadas a manutenção e a ampliação, deve-se prover as galerias com sistemas que garantam a segurança do técnico em seu interior, como: rotas de fuga, detectores de fumaça, inundação, elevação da temperatura e emissão de monóxido de carbono entre outros que podem se fazer necessários mediante a utilização dos túneis (CANTO-PERELLO e CURIEL-ESPARZA, 2006).

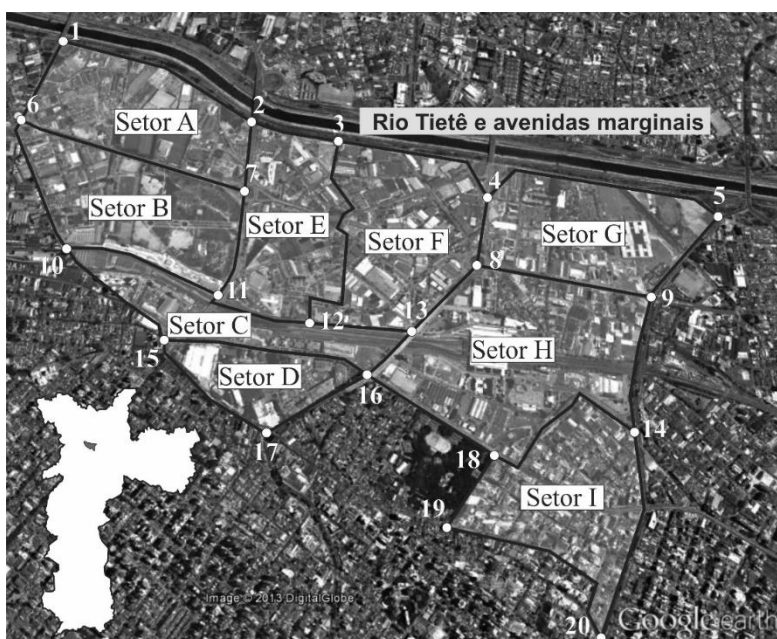
### 3 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE GALERIAS TÉCNICAS EM ÁREA INSERIDA NA OPERAÇÃO URBANA ÁGUA BRANCA, EM SÃO PAULO

A operação urbana Água Branca é uma área situada no distrito da Barra Funda em São Paulo, com 5,40 km<sup>2</sup> com 36 habitantes por hectare (EMPRESA MUNICIPAL DE URBANIZAÇÃO, 2009), que atualmente está passando por um processo de reurbanização com intervenções tanto em ocupação quanto infraestrutura, e onde está previsto grande adensamento populacional. Por esses motivos, a área demonstrou potencial de aplicação de soluções alternativas de organização do subsolo urbano, no caso as galerias técnicas.

Nesse estudo foram consideradas as soluções de alocação de redes em valas comuns (situação mais comum, adotada como referência) e em galerias técnicas, considerando os sistemas de abastecimento de água e fornecimento de energia elétrica. A análise considerou apenas essas duas redes devido a dificuldades maiores de se conseguir dados referentes aos custos das diversas redes presentes no subsolo urbano.

Para o comprimento das redes, usou-se a divisão estipulada pela Empresa Municipal de Urbanização (EMURB, 2009), mostrado na figura 1.

**Figura 1 - Divisão em setores e nós da operação urbana Água Branca e localização no município de São Paulo**



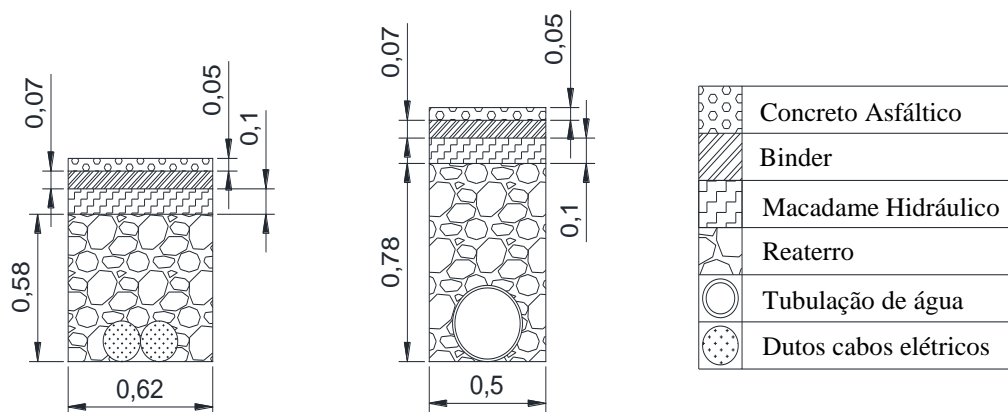
Fonte: Adaptação de Google Earth, Image © 2013 Digital Globe.

Considerou-se, por disponibilidade de dados sobre os setores, que cada rede seria alocada no perímetro de cada setor, e este foi dividido em trechos, compostos pela ligação de dois nós. Para a rede de distribuição de água, ponderou-se o número de pessoas atendidas por trecho, considerando, para isso, os respectivos comprimentos de tubulação, conseguindo-se assim, o diâmetro de tubulação necessária em cada trecho.

No caso da situação de referência (implantação das redes em valas segregadas) são necessários os serviços de quebra da pavimentação existente, escavação, assentamento da rede, reaterro e recapeamento, conforme indicado nos esquemas da Figura 2. Para a rede de energia elétrica foram adotados valores como largura e profundidade de valas e composição da pavimentação descritos por Velasco *et al.* (2006) e AES Eletropaulo

(2005), enquanto que para a rede de distribuição de água foram adotados valores descritos por Rubens (2011).

**Figura 2 - Seção transversal das valas adotadas para rede de água e energia elétrica, medidas em metros**

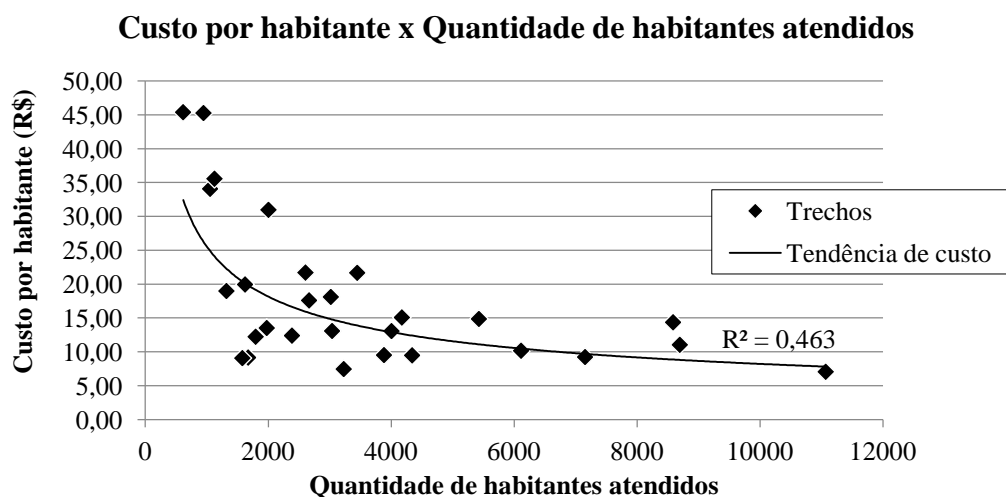


Fonte: Adaptado de Velasco *et al.* 2006, Rubens 2011 e AES Eletropaulo 2005.

Para a rede de distribuição de energia elétrica, considerou-se os custos descritos por Velasco *et al.* (2006), que especifica a quantidade de material necessário por quilômetro de rede, assim como os equipamentos acessórios como terminais de alta tensão e transformadores.

Com isso, as quantidades de serviços a se realizar e a quantidade de material necessária para a inserção das redes foram estimadas, e, então, obteve-se os custos de implantação utilizando-se como referência o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2013a, 2013b), conforme indicado nos gráficos das Figuras 3 e 4.

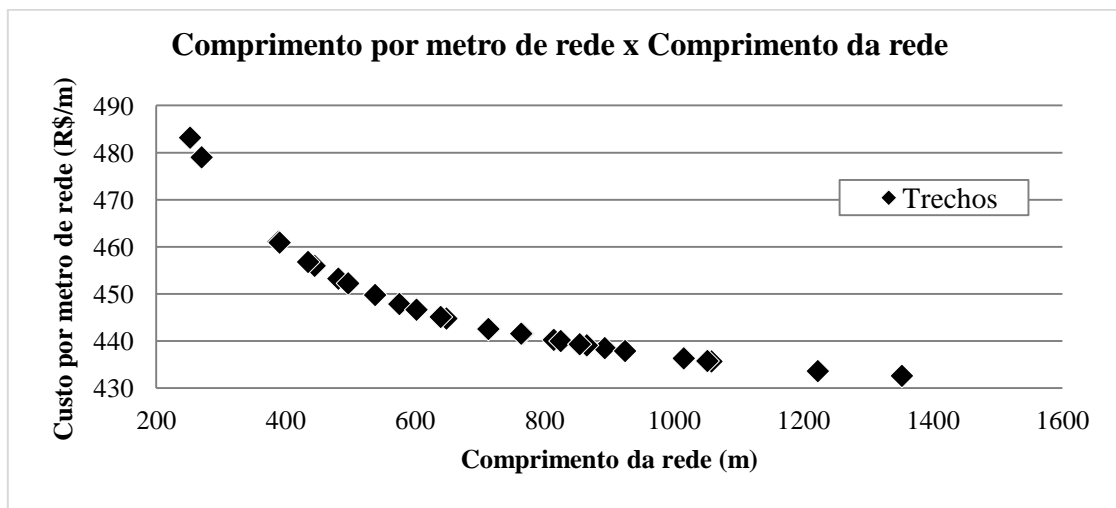
**Figura 1 - Custo por habitante para a rede de distribuição de água em relação ao número de habitantes atendidos.**



Fonte: Elaborado pelos autores

Verifica-se nos resultados que há um decréscimo dos custos por habitante quando há um aumento do número de habitantes atendidos. Isso acontece devido aos custos comuns para a inserção de tubulações de diversos diâmetros, por exemplo, seja para inserir uma tubulação de 50 milímetros ou 150 milímetros, há a necessidade de escavação de uma vala com 50 centímetros de largura por 1,00 metro de profundidade. Com o aumento da população, esses custos fixos são diluídos.

**Figura 2 - Custo por metro linear de rede de energia elétrica em relação ao comprimento de cada trecho**



Fonte:Elaborado pelos autores

Para a rede de energia elétrica, verifica-se a mesma tendência observada para a distribuição de água e, novamente, esse comportamento é explicado pela diluição dos custos fixos quando se há o aumento do comprimento da rede. Ou seja, para construir uma rede curta ou longa, há a necessidade de se implantar, por exemplo, pelo menos um transformador, a diferença reside no fato de que na rede longa, esse custo é diluído por metro de rede.

### 3.1 A solução em galeria técnica

Para a solução em galerias técnicas como alternativa de implantação para o caso da operação urbana Água Branca, definiu-se a seção da galeria com auxílio do Eng. Alírio Brasil Gimenez (GIMENEZ, 2013) e da Associação Brasileira dos Fabricantes de Tubos de Concreto (ABTC), estipulando uma galeria padrão de 2,00 metros por 2,00 metros em concreto armado.

Utilizando valores de serviços e materiais descritos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI, 2013a, 2013b) e pela Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Obras (SIURB, 2014), e assumindo moldagem *in loco*, obteve-se o custo de 38.532.212,17 reais para a implantação das galerias em toda a área. Adicionando-se o custo das redes de água e energia elétrica inseridas no seu interior, resultaria no total de 40.857.562,26 reais.

### **3.2 Análise econômica das soluções consideradas**

Ao se comparar o custo total para a implantação das redes em valas comuns (10.168.904,52 reais) nota-se que é expressivamente menor que quando se utiliza as galerias técnicas como alternativa.

Em relação a custos operacionais, tomou-se por base o estudo de A. Laistner e H. Laistner (2012) sobre diversas galerias em cidades europeias, chegando a valores médios de operação anual das redes de distribuição de água e energia elétrica por metro linear, quando em valas separadas (R\$351,49) e inserido em túneis de utilidades (R\$ 132,50). Os valores foram convertidos em reais segundo a cotação do dia 16/Julho/2013 quando 1 euro = 2,9615 reais).

Verifica-se que os custos operacionais são sensivelmente maiores quando os sistemas são alocados da forma mais tradicional. Para o estudo de caso em questão, fazendo a extrapolação dos custos anuais para um horizonte de planejamento maior, adotou-se um aumento anual dos preços em torno de 6%, uma vez que a inflação anual gira em torno desse valor, verificando-se que, com 7 anos, as galerias se apresentam mais vantajosas quando considerado apenas as redes de distribuição de água e energia elétrica.

Caso essa análise seja expandida para um número maior de redes, a tendência é as galerias se tornarem vantajosas mais rapidamente, uma vez que todos os custos operacionais de todas as redes são menores quando essas estão inseridas em galerias técnicas, como evidenciado por A. Laistner e H. Laistner (2012).

Além disso, quanto ao investimento inicial, ao se adotar valas separadas, para construí-las, é necessário que se repita diversos serviços que são comuns, como quebra da pavimentação existente, escavação, reaterro e recapeamento, o que não acontece quando se utiliza galerias técnicas, para as quais esses serviços são contabilizados apenas uma vez, portanto, contribuindo, ainda mais, para a redução desses custos de manutenção.

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Da análise da região da operação urbana Água Branca, nota-se que, apesar do elevado custo de implantação das galerias técnicas, seu custo operacional em médio e longo prazos é mais baixo em relação à construção em valas simples, considerando redes de energia elétrica e água.

Dessa forma, em uma análise global do caso estudado, as galerias técnicas são economicamente mais viáveis quando comparadas às valas comuns para se inserir as redes analisadas. Assim, podem representar uma solução interessante em áreas de desenvolvimento urbano em que se prevê adensamento populacional e expansão ou ampliação das redes de infraestrutura.

Além desse fato, as galerias técnicas se mostram mais sustentáveis do ponto de vista do território urbano, pois organizam um subsolo cada vez mais ocupado por redes e elementos da infraestrutura urbana e, quando utilizadas, não são necessários métodos destrutivos para a manutenção e a ampliação das redes inseridas.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao banco Santander, pela concessão de bolsa de iniciação científica, no âmbito do programa PIBIC – Programa de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio recebido para divulgação da pesquisa (processo nº 2014/16362-1).

## REFERÊNCIAS

- AES ELETROPAULO. **Distribuição subterrânea – Empreendimentos particulares**. São Paulo: 2005.
- CANO-HURTADO, J.J, CANTO-PERELLO, J. Sustainable development of urban underground space for utilities. **Tunneling and Underground Space Technology**. Volume 14, Number 3, 335-340, 1999.
- CANTO-PERELLO, J., CURIEL-ESPARZA, J. An analysis of utility tunnel viability in urban areas. **Civil Engineering and Environmental Systems**. 23:1, 11-19, 2006.
- CAVALCANTE, J. A. **Custo de implantação de rede de energia elétrica**. Mensagem recebida por [luihenrique.pupin@gmail.com](mailto:luihenrique.pupin@gmail.com) em 24 de julho de 2013.
- EMPRESA MUNICIPAL DE URBANIZAÇÃO – EMURB. **Operação Urbana Água Branca: Parâmetros de revisão Out09**. São Paulo: EMURB, 2009. Disponível em: <http://www.slideshare.net/chicomacena/apresentao-da-operaourbana-agua-branca> Acessado dia 01/07/2013 às 16h20min.
- GIMENEZ, A. B. **Custo por metro linear de uma galeria técnica**. Mensagem recebida por [luishenrique.pupin@gmail.com](mailto:luishenrique.pupin@gmail.com) em 11 de junho de 2013.
- HUNT, D. V. L., NASH, D., ROGERS, C. D. F. Sustainable utility placement via Multi-Utility Tunnels. **Tunneling and Underground Space Technology**. Volume 38, 15-26, 2014.
- LAISTNER, A., LAISTNER, H. **Utility Tunnels – Proven Sustainability Above and Below Ground**, Lauchhein, Maio 2012.
- RUBENS, T. F. **Contribuição ao Dimensionamento de Rede de Distribuição de Água por Critério de Custo Global**. Dissertação para mestrado em Engenharia Civil, São Paulo: Escola Politécnica, 2011.
- SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Relatório de serviços com desoneração**. IBGE, Rio de Janeiro, Abril de 2013a.
- SINAPI – SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Relatório de insumos com desoneração**. IBGE, Rio de Janeiro, Abril de 2013b.
- SIURB – SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA URBANA E DE OBRAS. **Tabela de custos com desoneração Data-Base Janeiro 2014**. Prefeitura Municipal de São Paulo, São Paulo, Janeiro de 2014.
- VELASCO, G. D. N., LIMA, A. M. L. P., COUTO, H. T. Z. Análise Comparativa dos Custos de Diferentes Redes de Distribuição de Energia Elétrica no Contexto da Arborização Urbana. **R. Árvore**. Volume 30, Número 4, 679-686, Minas Gerais, 2006.