



Métodos não Destrutivos e Túneis de Multi-Utilidade: Benefícios para a Sustentabilidade das Redes de Infra-Estrutura Urbana

E. L. de Oliveira^a, M. T. Salles^b

a. *Universidade Federal Fluminense, Niterói, emmanuela_cf@hotmail.com*

b. *Universidade Federal Fluminense, Niterói, marasalles.uff@gmail.com*

Abstract

This paper aims at addressing the constructive processes of underground networks and urban infrastructure from the perspective of sustainability. The methodology is based on analyzing the most common methods that are digging the tunnels and non-destructive multi-utility. From the study of the methods separately is a comparative analysis that results in the profile within each aspect of sustainability. The conclusion can be reached after this study is of how much still needs to be done in the construction sector so that it incorporates the concepts of sustainability.

Keywords: urban infrastructure, underground, sustainability.

1 Introdução

A evolução das cidades contribui para alterações nas atividades urbanas, onde surge a necessidade de adaptação dos espaços ligados a essas atividades. Essas mudanças somadas ao crescimento populacional têm como consequência a expansão da área urbana, que geralmente ocorre com falta de infra-estrutura urbana e aumento de impactos causados ao meio ambiente. Essa ocupação avança a cada dia de forma desordenada, sem planejamento, controle e legislação específica que garantam o desenvolvimento organizado e a qualidade de vida da população.

As redes de infra-estrutura urbana compreendem o sistema viário, de drenagem, abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, gás, telefonia, entre outros. Para a implantação dessas redes, é utilizado atualmente o método tradicional de escavação que entre outras características, possui altos custos, apresenta riscos à segurança e impacta diretamente no sistema viário e no meio ambiente.

A evolução nesse setor conta com tecnologias como os métodos não destrutivos (MND) e os túneis de multi-utilidades (MUT's), que unidos a outras técnicas como o geoprocessamento e legislação específica, trazem muitos benefícios além de favorecer a inserção dos aspectos da sustentabilidade no planejamento e construção dessas obras.

O avanço tecnológico desses métodos apresenta em relação ao método tradicional de escavação benefícios e características que introduzem conceitos de desenvolvimento sustentável e conseqüentemente uma produção mais limpa nesse tipo de construção. O objetivo do presente artigo é descrever e apontar os benefícios das novas tecnologias aplicadas em obras subterrâneas de redes de infra-estrutura urbana sob a ótica da sustentabilidade, quando comparado às atuais práticas, que envolve basicamente o método de escavação.

2 Metodologia

2.1 O atual sistema de redes subterrâneas de infra-estrutura urbana

Além das áreas edificadas e áreas livres, existe o sistema de redes infra-estrutura urbana, que embora não seja visível, representa parte necessária para o funcionamento das cidades. O sistema de redes de infra-estrutura urbana subterrânea utiliza o método tradicional de escavação, que de uma maneira geral, altera a paisagem, provocam grandes modificações no solo urbano, causam transtornos à população, afetando sua qualidade de vida e acabam gerando impactos ambientais. Esse método esbarra em algumas dificuldades decorrentes seja pelas características próprias ou outros aspectos que contribuem para desvantagens em relação aos demais métodos

A maioria das cidades brasileiras não possui um cadastro atualizado de todas as instalações subterrâneas, esse é um aspecto que favorece a ocupação desordenada do subsolo urbano. A dificuldade para a elaboração desse cadastro está basicamente ligada, às limitações dos métodos de investigação não-destrutivos do terreno, a ocupação superficial da área, ao custo e tipologia das obras e interferências subterrâneas naturais já existentes, além da dificuldade de unir os dados pertencentes a cada concessionária (YOSHINAGA, 2010).

As concessionárias conseguem informar se existe ou não determinada rede em uma rua, porém não conseguem dar sua localização precisa no subsolo e essa realidade não é tão diferente em outras grandes metrópoles do mundo (FARIA, 2008). Podem-se citar ainda outros aspectos como: as interferências entre as redes existentes no subsolo urbano que complicam o gerenciamento desse espaço, ainda mais dificultadas em áreas densamente ocupadas, daí a necessidade de que se avance em pesquisas tecnológicas que busquem o desenvolvimento sustentável das cidades (CAMPOS *et al.*, 2006).

Nas construções subterrâneas o mesmo processo de ocupação desordenada visto nas cidades também ocorre no subsolo, e como conseqüência disso pode-se ver a constante presença de acidentes, danos às infra-estruturas existentes e impactos ambientais são comuns (CAMPOS *et al.*, 2006).

O uso desse método de abertura de vala contribui para gerar impactos físicos como: alteração no sistema de aquíferos naturais seja pelo rebaixamento do seu nível ou por possível contaminação, dificuldade se encontrar áreas para se depositar o material escavado, e conseqüente geração de resíduos, que representa um dos grandes desafios da construção civil no que concerne à sustentabilidade (PINTO E GONZÁLES, 2005, *apud* PIOVEZAN, 2007). A preocupação com o meio ambiente em obras de infra-estrutura atualmente é garantida apenas através de licenciamento ambiental, onde são estudadas ações de redução e compensação dos impactos causados ao meio ambiente (ABDI, 2010).

Ao se falar de sustentabilidade, pode-se observar que pouco foi feito e os desafios apresentados por esse tipo de construção são grandes. Gestão e planejamento urbano são instrumentos, que aplicados de forma correta e coerente com as bases sustentáveis, serão capazes de reduzir impactos ambientais (CONSELHO DE

BRAGANÇA, 2006). O fato de não ser visível contribui para a desvalorização do espaço subterrâneo e seus componentes, mesmo que este represente grande importância na vida dos usuários (MACAULAY, 1988).

A falta de investimentos em novas tecnologias, assim como a falta de informações precisas e planejamento faz com que o sistema de redes subterrâneas de infraestrutura urbana agrave a questão ambiental. Uma infra-estrutura que leve em consideração o desenvolvimento urbano sustentável, deve-se diminuir o custo da implantação da infra-estrutura e o consumo de recursos naturais, em que suas construções sejam duradouras, logo, sustentados, para isso deve-se considerar que além da necessidade de sua instalação, existe também a sua manutenção (NOBRE, 2004). Um desafio encontrado é o fato de que para se atender aos requisitos de sustentabilidade nem sempre se tem somente benefícios, de uma forma geral acaba-se criando alguns impactos ambientais (HORI, 2005).

Nos centros urbanos, é comum a necessidade de se ampliar ou substituir a rede existente favorecendo o amontoar das redes de maneira desordenada, utilizando o espaço que está disponível. Atualmente, além dos usos tradicionais do subsolo urbano, tem-se buscado novas alternativas que promovam a organização desse espaço no sentido da criação de modelos sustentáveis. Algumas pesquisas visam o melhor aproveitamento do subsolo urbano e a melhoria da qualidade da vida urbana, porém as limitações tecnológicas e ausência de legislação que regulamente esse espaço dificultam o avanço desses projetos (CAMPOS *et al.*, 2006).

Mesmo sendo possível medir, definir metas e melhorar a sustentabilidade dos métodos de escavação para a colocação das redes de infra-estrutura pode-se dizer que o método de escavação é insustentável (HUNT & ROGERS, 2005).

2.2 Métodos Não Destrutivos (MND)

As redes de infra-estrutura urbana sofrem interferências, através: da deterioração do material de que são feitas, do tempo ou má utilização, da expansão das construções, do congestionamento das cidades e novas construções subterrâneas, além da manutenção da rede periódica ou necessidade de substituição devido a algum dano à tubulação. Esses acontecimentos implicam em novas escavações, que através de métodos tradicionais geram grandes interferências durante a implantação como corte de pavimentos, escavação e eventual rebaixamento do lençol freático, bota-fora, importação de solo de reposição, transporte para ambas as atividades anteriores, compactação, reposição do pavimento, controle de tráfego, além de perdas sociais e impacto ambiental (ABRATT, 2007).

Segundo a ABRATT (Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva), os métodos não destrutivos (MND) são: uma família de métodos, materiais e equipamentos cuja utilização pode ser na construção de redes novas ou na recuperação de redes existentes no subsolo, com a menor ruptura possível da superfície, menor influência no sistema viário, pouca ou nenhuma influência no entorno da obra e outras atividades. Existem três possibilidades de utilização dos MND: implantação de novas tubulações, substituição de tubulações e reabilitação de uma mesma tubulação. No Brasil, utiliza-se em sua maioria para a implantação de novos dutos (MASSARA *et al.*, 2007).

O uso dos métodos não destrutivos (MND) na implantação, manutenção ou expansão das redes subterrâneas são indicados principalmente para as áreas urbanizadas, pois favorece o processo de construção das redes de infra-estrutura avance com diminuição dos impactos ambientais e caminhe na direção da sustentabilidade (CAMPOS *et al.*, 2006). Tem como aspectos positivos: o custo, que em muitos casos já é equivalente ao método tradicional de escavação, precisão na execução da obra; redução de prazos; não interrupção do trânsito na área de

trabalho; grande redução do custo social (MASSARA *et al.*, 2007). Os métodos não-destrutivos visam à redução de abertura de valas e tem como características:

- A mínima influência no tráfego local;
- Trabalhar independentemente da meteorologia;
- Dar mais segurança;
- A redução de danos no ambiente;
- A mínima interferência no comércio local (custo social);
- O aumento da produtividade;
- O acesso a pontos não acessíveis a outros métodos;
- Maior qualidade do túnel;
- Estanqueidade;
- Prazo de execução inferior às técnicas tradicionais;
- Trabalho sem a necessidade de rebaixamento do lençol freático.

A figura 1 mostra o esquema de processo de MND, através de um corte longitudinal, onde se pode observar o furo piloto feito através de uma perfuratriz presa a um carro. Após essa etapa um alargador é acoplado junto à tubulação final e para finalizar o processo a perfuratriz é puxada de volta ao carro e no outro sentido é instalada a nova tubulação (FARIA, 2010).

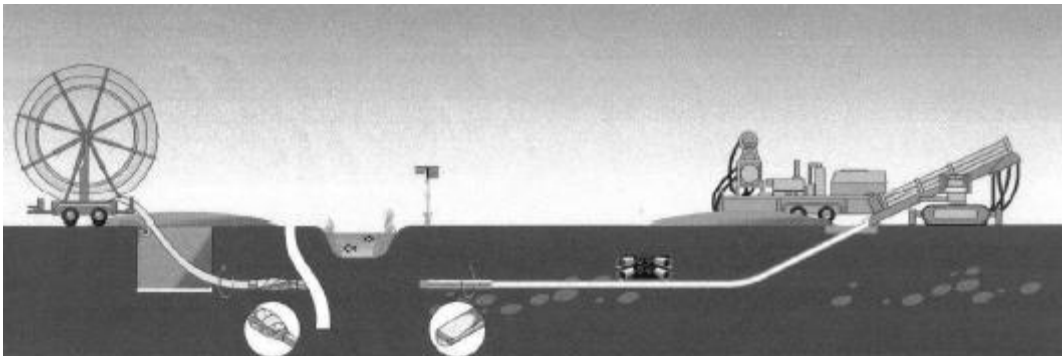


Fig. 1: Corte longitudinal do processo de MND. Fonte: ISTT, 2007.

Esse método utiliza máquinas especiais que perfuram o subsolo horizontalmente, entre dois poços de acesso (poço de entrada e poço de saída), por onde serão passadas as tubulações. Os poços evitam rasgar toda a extensão do solo por onde passará a tubulação, minimizam as interferências no tráfego e a reposição de pavimentação pela abertura de valas. As tubulações utilizadas são de polietileno e aço, em uma profundidade de até 2 metros. Em São Paulo, por exemplo, a Companhia de Gás de São Paulo - Comgás, emprega métodos não-destrutivos em praticamente todas as suas intervenções de manutenção, expansão das suas redes ou substituição das tubulações existentes, exceto em áreas muito densas, onde a prática não é recomendada (FARIA, 2010).

2.3 Túneis de multi-utilidades (MUT's)

Os túneis de multi-utilidades (MUT's) são uma nova tecnologia utilizada em outros países que consiste em uma rede contínua de grandes dutos onde os serviços podem ser instalados em paralelo e com acesso direto podendo ser feito manutenção ou renovação, garantindo a qualidade na colocação de tecnologias atuais e futuras, prolongando a vida útil e gerando uma boa oportunidade para novas prestações de serviços. O uso do sistema de MUT's evita as inúmeras pesquisas do subsolo urbano para obras de redes de infra-estrutura e escavações desnecessárias. Os MUT's reduzem as interferências entre os serviços urbanos e impedem danos ao sistema viário (HUNT & ROGERS, 2005).

Embora existam inúmeras vantagens na utilização do MUT, ainda há alguns obstáculos a serem vencidos para a adoção desse método em larga escala. Dentre os desafios pode-se citar: o custo elevado, quando comparado aos custos diretos dos métodos tradicionais; a dificuldade de adaptação do sistema de MUT's; a pouca competitividade econômica, tendo em vista a maioria das infra-estruturas já estarem instaladas; a forma como seria gerenciado e qual o responsável pelo financiamento, aquisição e manutenção do MUT; a questão da segurança do acesso a esses túneis; os perigos e riscos potenciais provenientes de problemas de incompatibilidade (ligação entre gás e eletricidade); a questão dos espaços serem confinados; o fato da flexibilidade ser reduzida (necessidade de mover os túneis para ampliações futuras) e a falta de legislação (HUNT & ROGERS, 2005).

Existe a possibilidade de superar esses obstáculos, pois é provável que esse sistema se torne economicamente viável em áreas urbanas densamente povoadas. Como alternativas para a solução dessas questões pode-se citar: a criação de políticas que coloque valor ao espaço subterrâneo, a criação de um conselho responsável pelo gerenciamento, adoção de taxas de aluguel do espaço o financiamento e amortização dos custos. Benefícios do uso desse método:

- Minimiza as interferências entre as redes de infra-estrutura e o sistema viário, reduzindo os cortes nos pavimentos
- Facilita a instalação, inspeção, substituição e manutenção.
- Evita problemas como congestionamento do subsolo urbano.
- Permite a instalação, manutenção e remoção dos utilitários, sem que haja a necessidade de fazer cortes ou escavações na pavimentação.
- Aumentam a confiabilidade
- Diminui o custo de manutenção, aumentando sua vida útil.

Os túneis de multi-utilidades fornecem o espaço necessário com um mínimo de impacto ambiental, garantindo os recursos do subsolo para as gerações futuras. Cidades como Tóquio, Barcelona e Atenas, utilizaram os túneis de multi-utilidade ao longo das suas rotas principais. Nos Estados Unidos esses túneis foram utilizados ao longo de rodovias, sem impactos negativos ou comprometendo a segurança do tráfego (PERELLO; ESPARZ e CALVO, 2009). A figura 2 mostra um túnel de multi-utilidade onde as tubulações são instaladas junto às paredes, ficando a parte central livre para a circulação.



Fig. 2: Os túneis de multi-utilidade, onde em um mesmo espaço pode conter água, esgoto, energia elétrica, gás, telefone e aquecimento central. Fonte: HUNT& ROGERS, 2005

Os MUT's podem ser inspecionados periodicamente para identificar riscos de segurança em qualquer condição climática, onde a falta de inspeção de rotina, representa seu maior risco. Sua utilização aumenta a segurança dos usuários e dos responsáveis por sua operação, pois são projetados para minimizar e prevenir acidentes (PERELLO; ESPARZ e CALVO, 2009).

Em geral, como os construídos em Amsterdã o túnel de multi-utilidade, é constituído de duas paredes e por um teto de concreto, acima ainda do teto há uma camada de solo de 1,20 metros, suficiente para o lençol freático e para que as árvores possam crescer acima do túnel. A conexão entre túneis e edificações é feita através de dutos de aço e o acesso ao túnel para inspeção é feito através de um compartimento técnico, por onde as instalações são controladas.

As concessionárias podem verificar sua infra-estrutura periodicamente, obedecendo a um manual que estabelece medidas de segurança necessária em casos onde seja preciso trabalhos realizados no túnel, sendo estas permitidas somente após autorização (TASELAAR, 2009).

3 Resultados

3.1 Análise dos métodos sob a ótica da sustentabilidade

Tentar entender o funcionamento do subsolo urbano equivale decifrar o posicionamento correto das tubulações de uma instalação hidráulica de uma residência somente através da localização dos equipamentos. É dessa mesma forma e em uma escala muito maior, a dificuldade de se identificar por onde passam as redes subterrâneas apenas pelos inúmeros bueiros visíveis no pavimento. Atualmente além do método tradicional de escavação, existe o uso de métodos não-destrutivos e os túneis de multi-utilidades. Os sistemas tradicionais, ou seja, diretamente enterrados, não requerem dutos e sua instalação é mais barata e rápida do que o sistema de túneis de multi-utilidade. Além disso, o montante necessário de escavação para sua instalação é menor, quando da necessidade de instalação de apenas um cabo ou duto.

A viabilidade de implantação dessas tecnologias sustentáveis tem pela frente barreiras a serem superadas. De um lado o crescimento econômico é um fator responsável pelo desenvolvimento das cidades, e para que este seja sustentável necessita caminhar junto aos demais aspectos, o social e o ambiental. Esse crescimento econômico está intimamente relacionado ao fornecimento de serviços de infra-estrutura é um passo necessário ao desenvolvimento de qualquer lugar. Em contrapartida, um dos pontos principais para a sustentabilidade é a preservação dos recursos naturais e a diminuição dos impactos ao meio ambiente (HUNT & ROGERS, 2005).

É preciso que os estudos em torno da infra-estrutura urbana levem em conta: uma forma que melhor se adapte às condições geomorfológicas, possibilitando ligações eficientes e que minimizem impactos ao meio ambiente, os conceitos de sustentabilidade e qualidade de vida, o mínimo de interferências nas redes subterrâneas, agrupando-as de acordo com sua compatibilidade, separando-as e protegendo-as, buscando ainda economizar energia, tempo, despesas com manutenção, custos de implantação e tempo de execução dessas obras.

Na tabela 1 está descrito o método de escavação, os MND e o os MUT's, com suas principais características que impactam diretamente no desenvolvimento sustentável das cidades.

Tabela 1: Características das tecnologias aplicadas em obras subterrâneas de infraestrutura urbana, que influem na sustentabilidade desse tipo de construção.

CARACTERÍSTICAS QUE INFLUENCIAM NA SUSTENTABILIDADE		
MÉTODO DE ESCAVAÇÃO	MÉTODOS NÃO DESTRUTIVOS (MND)	TÚNEIS DE MULTI-UTILIDADE (MUT's)
Sem planejamento/desordenada	Exige planejamento/Rede organizada do ponto de vista da instalação	Exige planejamento/Rede totalmente organizadas
Altos custos, porém quando comparado aos demais, este é mais barato	O custo praticamente equivale ao método de escavação	Custo ainda elevado, mas este diminui bastante os custos com manutenção
Impacta diretamente no meio ambiente	Danos ao meio ambiente reduzidos	Redução de cortes ou escavação no pavimento com mínimo impacto ambiental
Grandes impactos no sistema viário	Interferência mínima do tráfego	Impede danos ao sistema viário e pavimentação
Ausência de legislação específica	Ausência de legislação específica	Ausência de legislação específica
Transtornos no comércio local e à população	Mínimo impacto no entorno em casos de manutenção	Impacto nenhum no entorno
Riscos de acidentes e vazamentos	Riscos de acidentes em escavações são minimizados	Com inspeção de rotina, pode-se aumentar a segurança das instalações
Grande geração de resíduos provenientes das escavações	Pouca geração de resíduos, pois diminui o volume de escavações	Geração de resíduos, pois não há necessidade de escavações para fazer manutenção da rede
Manutenção da rede é dificultada, pois exige novas escavações	Facilidade de manutenção	Grande facilidade de manutenção, pois possui acesso direto e independe da meteorologia
Obras de longa duração	Prazos reduzidos e maior produtividade	Duração das obras para implantação requer um determinado período, porém a manutenção é rápida e eficaz

O que se pode observar com a análise comparativa dos métodos, ao serem listadas características que influenciam diretamente na busca pela sustentabilidade, é que o atual método de escavação é insustentável, e tanto os MND e os MUT's, possuem aspectos sustentáveis, porém ainda ambos estão amarrados no aspecto econômico, fazendo dele o principal instrumento para a tomada de decisões. É preciso entender

que a sustentabilidade é o equilíbrio dos aspectos social, econômico e ambiental, para isso é preciso vê-los de igual para igual, priorizando a qualidade de vida de todos.

4 Conclusões

Ao se fazer uma análise comparativa dos métodos aqui estudados, conclui-se que há muito ainda a ser feito no que diz respeito às obras subterrâneas de redes de infra-estrutura urbana. As redes de infra-estrutura urbana e a sustentabilidade buscam como objetivo final proporcionar maior qualidade de vida à sociedade, e para se alcançar qualidade de vida existe a real necessidade de que a infra-estrutura urbana deve ter como base um planejamento apoiado no conceito de desenvolvimento sustentável.

5 Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIAS DE BASE - ABDI. *Infraestrutura: uma demanda da sociedade*. 2010. Disponível em: <http://www.abdib.org.br/index/relatorio_abdib.cfm?id_ano=2010&id_relatorio=1&id_idioma=1> acessado em Agosto/2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA NÃO DESTRUTIVA - ABRATT. Disponível em: <http://www.abratt.org.br/pop_livro.html> acessado em Junho/2010.

CAMPOS, Gisleine Coelho de; IYOMASA, Wilson Shoji; SANTOS, Adir J. Godoy dos; MARTINS, José R. Sacarati; MENEZES, Marcelo. O "invisível" espaço subterrâneo urbano. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, Fundação Seade, v. 20, n. 2, p. 147-157, abr./jun. 2006. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br>>; <http://www.scielo.br> acessado em Setembro/2010.

CONSELHO DE BRAGANÇA. Agenda 21 do Eixo Atlântico – Compactação I. 2006. Disponível em: <<http://www.cm-braganca.pt/document/448112/520891.pdf>> acessado em Abril/2010.

FARIA, Renato. Subsolo congestionado - prefeituras brasileiras não têm cadastro unificado das redes subterrâneas e concessionárias se unem para minimizar acidentes em escavações. *Revista Técnica*, dez. 2008. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/140/subsolo-congestionado-117302-1.asp>> acessado em Junho/2010.

HORI, Jorge. *Sustentabilidade inteligente*. 2005. Disponível em: <<http://www.jorgehori.blogspot.com/2005/04/infra-estrutura-sustentvel.html>> acessado em Março/2010.

HUNT, D.; ROGERS, C. *Barriers to sustainable infrastructure in urban regeneration*. *Engineering Sustainability*, n. 158, Jun. 2005.

INTERNATIONAL SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY - ISTT. *Trenchless techniques*. 2007. Disponível em: <http://www.istt.com/> acessado em Dezembro/2010.

MACAULAY, David. *Subterrâneos da cidade*. São Paulo: Martins Fontes, 1988.

MASCARÓ, Juan Luis; YOSHINAGA, Mário. *Infra-estrutura urbana*. 2. ed. Porto Alegre: D.C. Luzzato, 1989.

MASSARA, Vanessa; FAGÁ, Murilo; e UDAETA, Miguel. *A importância do método não destrutivo na implantação de redes de gás natural em cidades consolidadas*. Programa Inter-unidades de Pós Graduação em Energia PIPGE-IEE/USP. São Paulo, 2007. Disponível em:

<http://www.portalabpg.org.br/PDPetro/4/resumos/4PDPETRO_ABS_7_3_0056-2.pdf> acessado em Junho/2010.

NOBRE, Eduardo A.; NUTAL, C. *Desenvolvimento urbano e sustentabilidade: uma reflexão sobre a grande São Paulo no começo do século XXI*. 2004. Disponível em: <http://www.usp.br/fau/deprojeto/labhab/biblioteca/textos/nobre_desenvolvimento_urbano_sustentabilidade.pdf> acessado em Março/2010.

PERELLO, Julian; ESPARZA, Jorge; CALVO, Vicente. 2009. *Analysing utility tunnels and highway networks coordination dilemma*. Tunneling an underground space technology. 24. ed., p. 185-189. Disponível em: <http://mucc.mahidol.ac.th/~egspt/Documents/Niti_AnalysingUtilityTunnelsAndHighway_27Jan2010.pdf> acessado em Junho/2010.

PIOVEZAN, Gilson Tadeu Amaral. *Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria*. Dissertação de mestrado. Santa Maria, RS, Brasil, 2007.

TASELAAR, Frans. *The design and the construction of a public utility tunnel in the Zuidas, Amsterdam*. 2009. Disponível em: <<http://www.thinkdeep.nl/documents/Papers/Taselaar.pdf>> acessado em Jun/2010.

YOSHINAGA, Mário. *Infra-estrutura urbana: ruas subterrâneas*. 2003. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/04.045/2014>> acesso em Junho/2010.