

Copyright 2012, Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis - IBP

Este Trabalho Técnico foi preparado para apresentação na **Rio Oil & Gas Expo and Conference 2012**, realizado no período de 17 a 20 de setembro de 2012, no Rio de Janeiro. Este Trabalho Técnico foi selecionado para apresentação pelo Comitê Técnico do evento, seguindo as informações contidas no trabalho completo submetido pelo(s) autor(es). Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás e Biocombustíveis, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho Técnico seja publicado nos Anais da *Rio Oil & Gas Expo and Conference 2012*.

Resumo

O presente estudo tem como objetivo a proposição de modelo de vala técnica para a concepção de redes de infraestrutura urbana, utilizando conceitos relacionados a ordenamento e cadastro urbano, sustentabilidade na utilização de recursos e, principalmente com foco na segurança durante a construção, operação e manutenção destas. O modelo propõe a substituição da construção individualizada de redes de gás natural, água potável, telefonia, dados e energia elétrica – baixa e média tensão por sistema que englobe todas estas redes em uma vala, podendo ainda a implantação destas ocorrer no mesmo período ou se necessário, em tempos distintos, gerando assim flexibilidade ao sistema proposto. A segurança das redes em virtude da interface operativa entre as concessionárias e terceiros é garantida mediante a concepção de calha em concreto armado, concebida através do conceito de “dispositivo à prova de falhas”, oriunda do Sistema Toyota de Produção. O modelo de vala técnica foi projetado numa perspectiva de sustentabilidade e inovação tecnológica visando seu futuro uso na nova concepção de suprimento de energia, através do conceito de “Smart Grid” ou “Rede Inteligente” com a utilização de sistema de rede de transmissão e distribuição de eletricidade em sentido bidirecional, em modelo descentralizado de geração de eletricidade através de sistemas de cogeração a gás natural.

Abstract

This study aims to propose a joint trench for urban facilities, using concepts related to planning and urban cadastre, sustainability of resource use, and mainly focus on safety during construction, operation and maintenance. The model proposes the replacement of individual construction of facilities of natural gas, potable water, telephone, data transmission and electricity (low and medium voltage) by a system that encompasses all of these facilities in a trench, the deployment may also occur in the same period or if necessary, or at different times, creating flexibility in the system. The security of facilities due to the operational interface between the concessionaires and clients will be ensured by the protected by reinforced concrete structure, designed using the concept of "fail-safing", derived from the Toyota Production System. The joint trench model was designed from the perspective of sustainability and technological innovation for your future use of the new design of power supply, through the concept of "Smart Grid" with the use of bidirectional power system transmission and distribution, in decentralized model for generating electricity through cogeneration systems with natural gas.

¹ Doutorando, Engenheiro de Construção e Montagem Sênior – SCGÁS.

1. Introdução

Durante o processo de concepção e projeto de uma rede de infraestrutura, um dos principais itens a ser avaliado é o que se relaciona a segurança desta durante a sua construção e operação ao longo dos anos. Estas redes, inseridas no meio urbano, estão intimamente inter-relacionadas, principalmente no que tange o espaço físico entre elas. Redes de gás natural, água potável, telefonia e dados e energia elétrica muitas vezes convivem de forma não muito harmoniosa, dado as interferências causadas entre estas e principalmente pelas escavações utilizadas para acessar estas utilidades ou no seu entorno.



Figura 1. Interferências entre redes de infraestrutura.

Não são raros os acidentes verificados nestas redes oriundos de escavações para implantação e manutenção destas utilidades e por terceiros que desenvolvem atividades sobre ou no entorno destas redes. São relatados diversos acidentes relacionados principalmente a escavações em áreas de implantação de redes, sendo que em alguns casos vidas foram perdidas.

1.1. Acidentes em redes de infraestrutura.

Estatísticas apresentam a área de infraestrutura como uma das que mais apresentam acidentes na construção. Mortes associadas a colapsos de valas e escavações continuam a ocorrer apesar das normas que especificam as práticas seguras de trabalho para reduzir tais riscos aos trabalhadores e intensos trabalhos de prevenção e conscientização.

Para avaliar os riscos de abertura de valas e escavações nos Estados Unidos, o CDC (Centro de Controle e Prevenção de Enfermidades) analisou dados de registros nacionais de mortalidade de trabalho e relatórios de investigação de acidentes fatais. Este relatório resume os resultados dessa análise, que indicou que 76% das mortes foram causadas por desmoronamentos em valas.

Utilização de equipamentos no corte e remoção do pavimento e escavação (Serra e retroescavadeiras) também contribuem sobremaneira para a geração de acidentes tanto com pessoas como patrimonial, principalmente atingindo redes já existentes.

TABLE 3. Number and percentage of excavation and trenching fatalities, by event — United States, 1992–2001

Event (OIICS* code)	No.	(%)
Excavation/trenching cave-in (041)	411	(75.8)
Struck by object (02)	35	(6.5)
Pedestrian struck by vehicle/equipment (43)	19	(3.5)
Caught in or compressed by equipment/objects (03)	14	(2.6)
All other events	63	(11.6)
Total	542	(100.0)

Source: Census of Fatal Occupational Injuries (excludes New York City).
*Occupational Injury and Illness Classification System.

Figura 2. Tabela relativa a acidentes fatais em valas.

No Brasil, para elaboração do projeto e execução das escavações a céu aberto, são observadas as condições exigidas na NBR 9.061/85 - Segurança de Escavação a Céu Aberto, da ABNT e NR 18 – Condições e meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção Civil. Esta última preconiza que valas com profundidade superior a 1,25m (um metro e vinte e cinco centímetros) devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim. A execução de valas em profundidade inferior do acima especificado no item 18.6.5.da NR 18, além de favorecer a condição de segurança, vem a impactar na redução do tempo de execução e na formação do custo de execução desta rede de infraestrutura.

2. Solução apresentada – Modelo proposto.

2.1. Revisão bibliográfica – Modelos correntes adotados.

O conceito básico de vala técnica apresentado na bibliografia corrente, principalmente por concessionárias que operam simultaneamente o sistema de distribuição de eletricidade e gás natural é composta de abertura em solo natural e lançamento das redes seguindo distâncias pré-estabelecidas conforme legislação pertinente da cada região. A separação das redes é obtida utilizando solo natural ou importado através do processo de recomposição da vala. Em alguns casos é utilizada demarcando da área com fita ou placa de sinalização.

Sobre estas redes é executada em muito dos casos pavimentação, não estabelecendo, um plano de operação e manutenção, pois em caso da necessidade de abertura desta vala para implantação de um novo cliente, por exemplo, o pavimento deverá ser rompido e removido, e a vala novamente escavada.

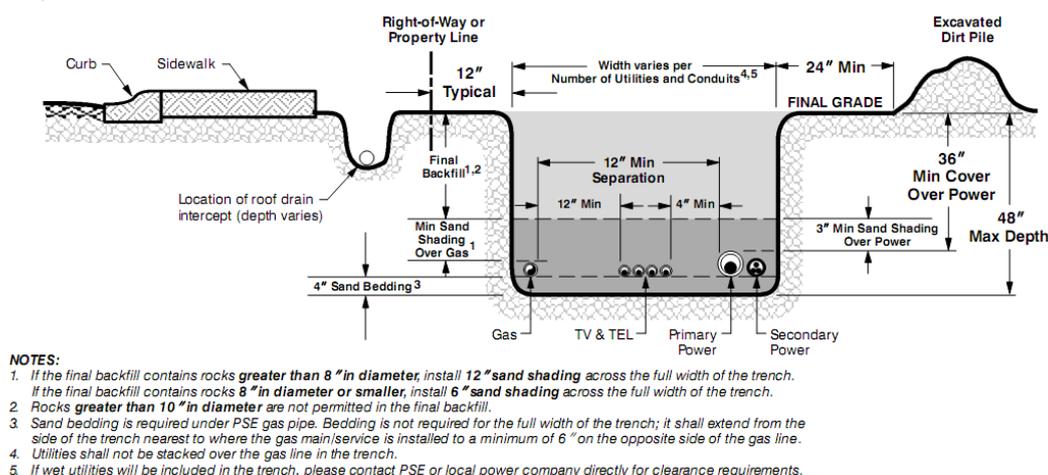


Figura 3. Corte esquemático de modelo de vala técnica adotada pela empresa PSE -Puget Sound Energy – USA.

O modelo acima, mostra-se econômico em áreas com baixa densidade demográfica, mas já em áreas urbanas temos o risco de contato acidental no caso de implantação de uma nova rede ou consumidor e durante o processo de manutenção. Não existem elementos físicos que impeçam a ação acidental de um operador em uma rede adjacente a que ele esteja atuando. Outro fato é durante a implantação das redes, onde tanto a posição quanto os espaçamentos podem sofrer alteração por erro durante o processo de construção.

Assim temos que o fator humano é condição preponderante na segurança das redes, tanto no processo de implantação, quanto na operação e manutenção destas. Nestas condições, torna-se imprescindível a exclusão, ou redução da possibilidade de erros e falhas por fatores humanos para se garantir a segurança das redes e daqueles que a operam, bem como seu entorno, seja no campo material quanto físico.

2.2. Conceitos de “ferramentas à prova de falhas”.

Nas décadas de 70 e 80, a Toyota Motor Company despontou no mercado mundial como uma das principais montadoras de automóveis. Seu sucesso adveio do desenvolvimento e implementação de um sistema de produção que levou o Japão a um período de grande crescimento econômico, na medida em que outras empresas japonesas adotaram o sistema. Os princípios, conceitos e técnicas de manufatura que estavam por trás do sucesso da Toyota, e do Japão, tornaram-se conhecidos como o Sistema Toyota de Produção – STP (OHNO, 1988).

No Sistema Toyota de Produção, a expressão "Zero Defeitos" tem um significado completamente diferente do que foi consagrado no ocidente. O "Controle da Qualidade Zero Defeitos" (CQZD) na Toyota não é um programa, mas um método racional e científico capaz de eliminar a ocorrência de defeitos através da identificação e controle das causas.

“Poka-Yoke” é uma técnica de qualidade desenvolvida pelo engenheiro japonês Shigeo Shingo ao longo da década de 1960, que significa “a prova de erros” ou “a prova de distrações”, sendo a idéia principal, a criação de ferramentas ou mecanismos onde os erros são impossíveis de serem cometidos, excluindo assim a falha humana no processo aplicado (GHINATO, 1996).

2.3. Modelo Proposto.

2.3.1. Configuração Básica.

O modelo proposto apresenta a utilização de calha em concreto armado pré-moldado para o acondicionamento e proteção das redes em vala. Nestas condições, suas posições são previamente definidas, impedindo a mudança de locação e deslocamento, mantendo assim as distâncias normatizadas entre as redes. A condição de acondicionamento em calha impede o contato físico quando da operação ou manutenção na rede ao lado desta.

Para a cobertura da vala foi proposto colchão de areia, visando além da proteção dos dutos, também a fácil remoção e posterior reposição deste material no mesmo local após a intervenção, evitando assim custos relacionados a transporte de material e utilização de novo insumo para o cobrimento.

Nestas condições, além da baixa profundidade apresentada, torna-se desnecessária a utilização de equipamentos de escavação para tal fim, fato este importante para a segurança dos trabalhadores e pedestres que circulam nas adjacências e intervenções no trânsito.

Sobre a cobertura da vala em areia está previsto camada de rolamento em bloco de concreto intertravado, visto as seguintes características:

- Não é necessária a utilização de ferramenta de corte, principalmente com disco, para abertura do pavimento, evitando assim risco tanto para o operador do equipamento, quanto para as redes;
- Em caso de necessidade de intervenção em uma das redes, não é necessária a demolição do pavimento e sim a remoção localizada dos blocos;
- Após a remoção da cobertura de areia, intervenção na rede, cobertura e compactação, os mesmos blocos poderão ser reposicionados, trazendo inúmeras vantagens como fim do entulho de obra e consumo de novos materiais;
- A faixa dos blocos intertravados localizados sobre a vala poderão ser sinalizados, tanto para indicação de acessibilidade urbana (blocos podotáteis), bem como de informações das concessionárias, informando que a área abriga tais redes,
- Sinalizado, torna-se claro para a comunidade que o local é um “berço” de instalações e que deve ser protegido de escavações de terceiros.

Outra fator explorado pelo projeto está relacionado as vantagens da rede subterrânea nos centros urbanos. Sem os postes e fios necessários as redes de eletricidade, telefonia e dados, temos uma melhoria significativa na segurança e confiabilidade dos sistemas, além da redução nos custos relacionados a poda e manutenção das árvores, responsáveis por acidentes em caso de contato acidental em redes aéreas, principalmente em dias de chuvas.

Além da indisponibilidade dos sistemas ocasionada por choque de veículos, vandalismo e furto de energia e dados, todos os anos têm-se relatadas inúmeras mortes relacionadas a manuseio inadequado das redes aéreas, seja por pessoal habilitado ou não.

Questões de ordem estética são freqüentemente abordadas no modelo de redes enterradas, visto que por muitos urbanistas, estas ações representam uma limpeza no campo visual, tornando o ambiente menos poluído, contribuindo assim para o bem estar e melhoria na qualidade de vida dos indivíduos.

O modelo de vala técnica foi projetada numa perspectiva de sustentabilidade e inovação tecnológica visando sua futura utilização na nova concepção de suprimento de energia, através do conceito de “Smart Grid” . A definição de “Smart Grid” ou “Rede Inteligente” consiste em um sistema de rede de transmissão e distribuição de eletricidade que usa um sentido bidirecional, utilizando modelo descentralizado de geração através de sistemas de cogeração a gás natural.

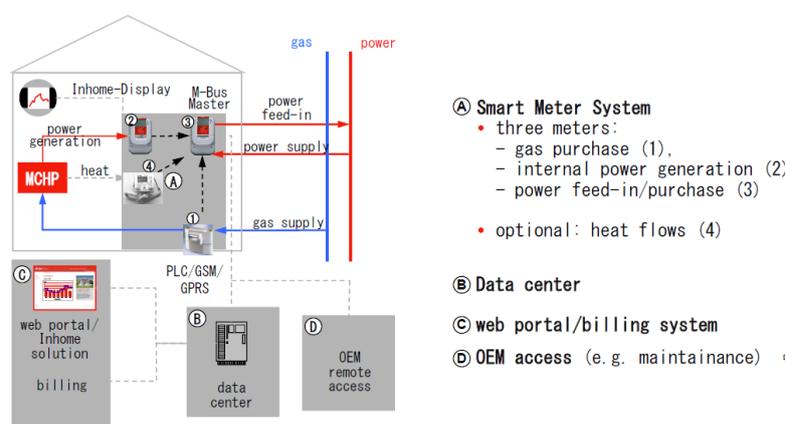


Figura 4. Conceito de “SMART GRID” geração de eletricidade através de cogeração (MCHP) -ON Ruhrgas.

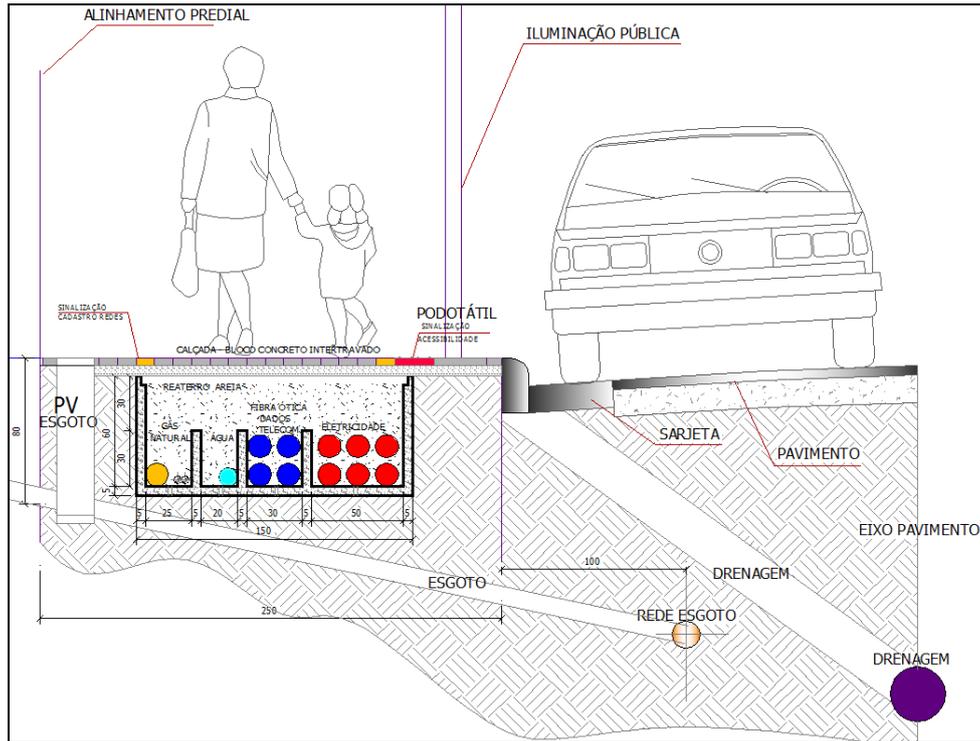


Figura 5. Simulação de corte típico de implantação contendo conceito da vala técnica.

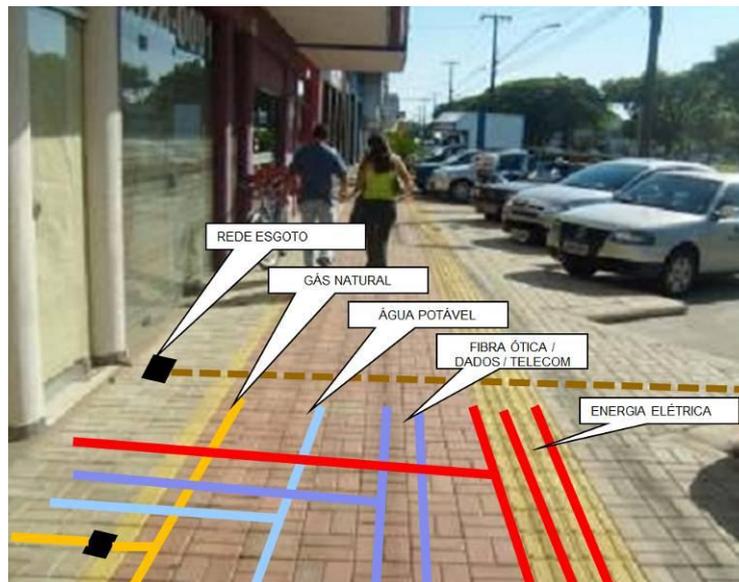


Figura 6. Simulação de implantação contendo conceito da vala técnica.

As dimensões da vala técnica (Figura 05), bem como todos os espaçamentos entre as redes de infraestrutura foram projetados em consonância com as normativas técnicas, além de observadas as boas práticas construtivas hoje empregadas e os equipamentos e métodos encontrados no mercado.

Segundo a NBR ABNT 12712, A rede de gás natural deverá ter a distância mínima de 30 cm entre demais redes ou nos caso de menor distância, proteção por placa de concreto. No modelo proposto temos redundância destas condições, pois além de garantir distanciamento mínimo principalmente das redes de eletricidade e telefonia e dados, as paredes de concreto oferecem além de acondicionamento adequado, proteção mecânica no caso de contato acidental.

A NBR ABNT 5410, relacionada a implantação de redes de eletricidade também preconiza o distanciamento similar ao acima e sistema de proteção. Concessionárias de energia elétrica e gás natural americanas também operam nestes mesmos moldes, sendo utilizado 12 polegadas como distância mínima (aproximadamente 30 cm).

2.3.2. Implantação típica.

O modelo foi concebido para circunscrever quadras, interligando estas preferencialmente em pontos de cruzamento de vias. As vantagens desta configuração são o corte e cruzamento da via em poucos pontos. A interligação de todo o sistema fechando “anéis”, garante a este confiabilidade no fornecimento aos consumidores, pois em caso de colapso na rede em um sentido, o fornecimento poderá ser restabelecido pelo lado oposto.

As válvulas de controle da rede de gás natural e água poderão estar dispostas acima da vala, visto suas dimensões. As estações de redução de pressão de gás natural (ERP) e transformadores da rede de eletricidade estão previstos para locais adjacentes a estas. Neste trabalho, devido as limitações quanto ao texto a ser apresentado, serão abordados apenas o conceito básico e alguns detalhes, estando o texto completo e versão em inglês no site www.infravias.com.

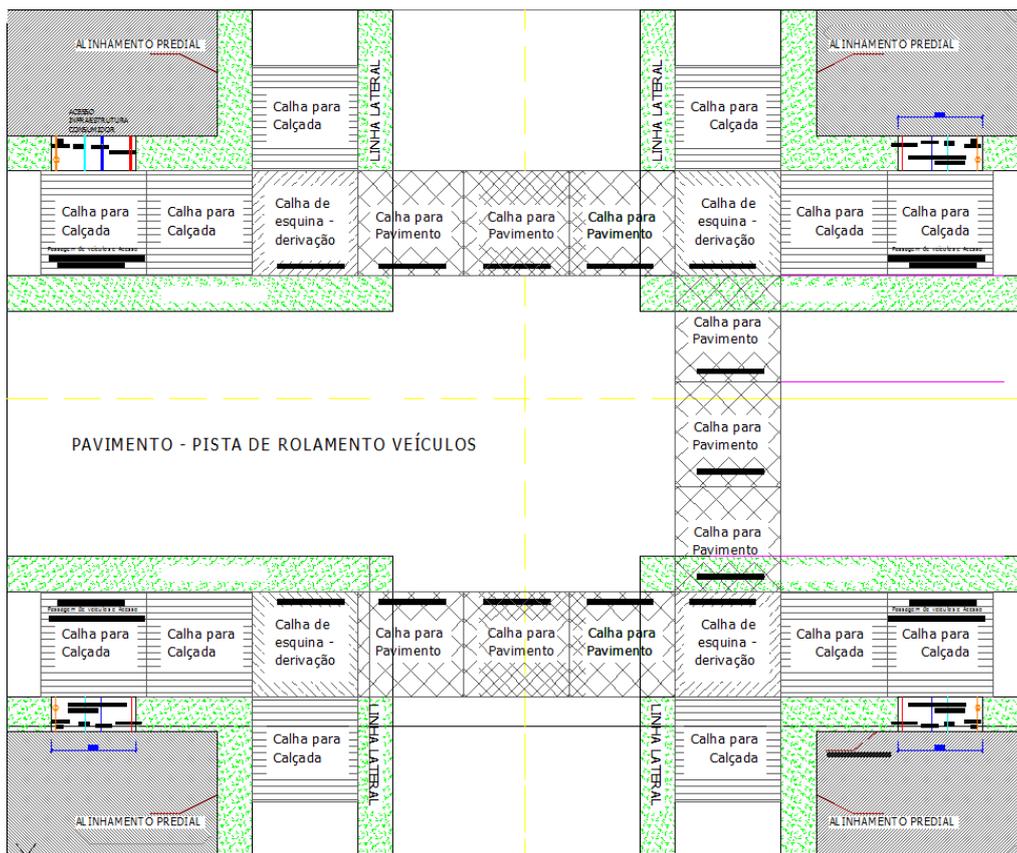


Figura 7. Detalhe de implantação em quadras contendo conceito da vala técnica.

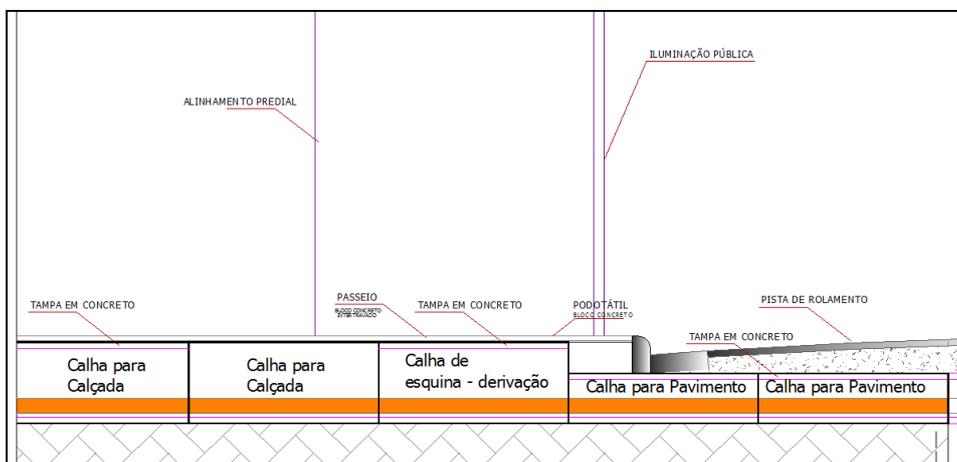


Figura 8. Corte de implantação em quadras contendo conceito da vala técnica.

2.3.3. Detalhamento do modelo.

Seguem abaixo detalhamento das caixas de infraestrutura conforme sua utilização:

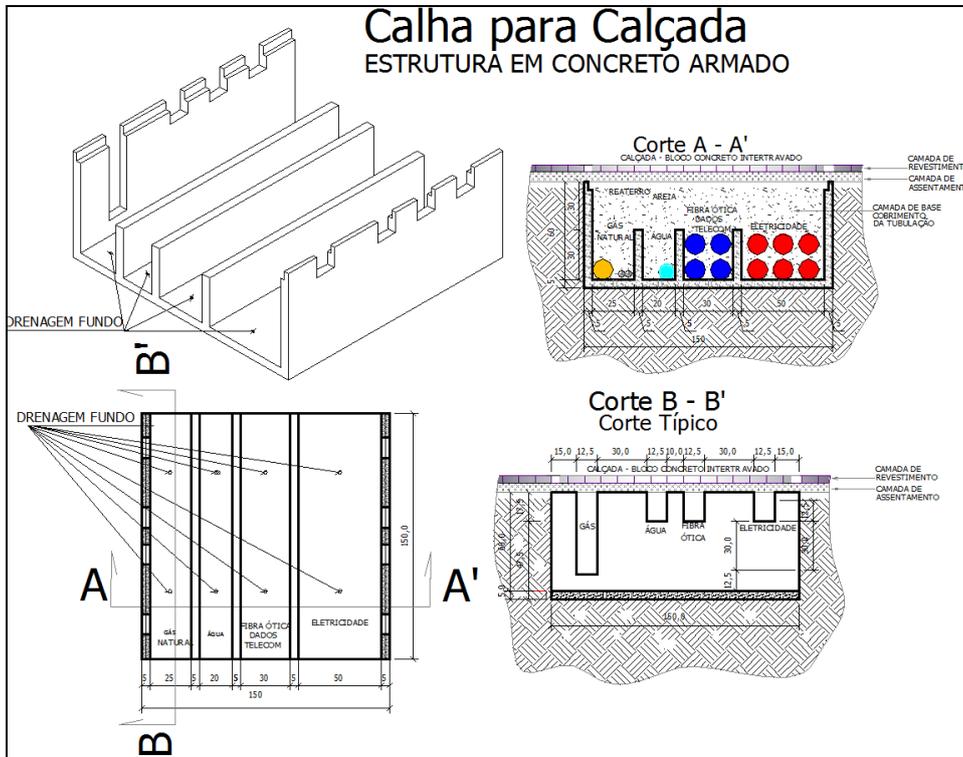


Figura 9. Calha para calçada- detalhes típicos.

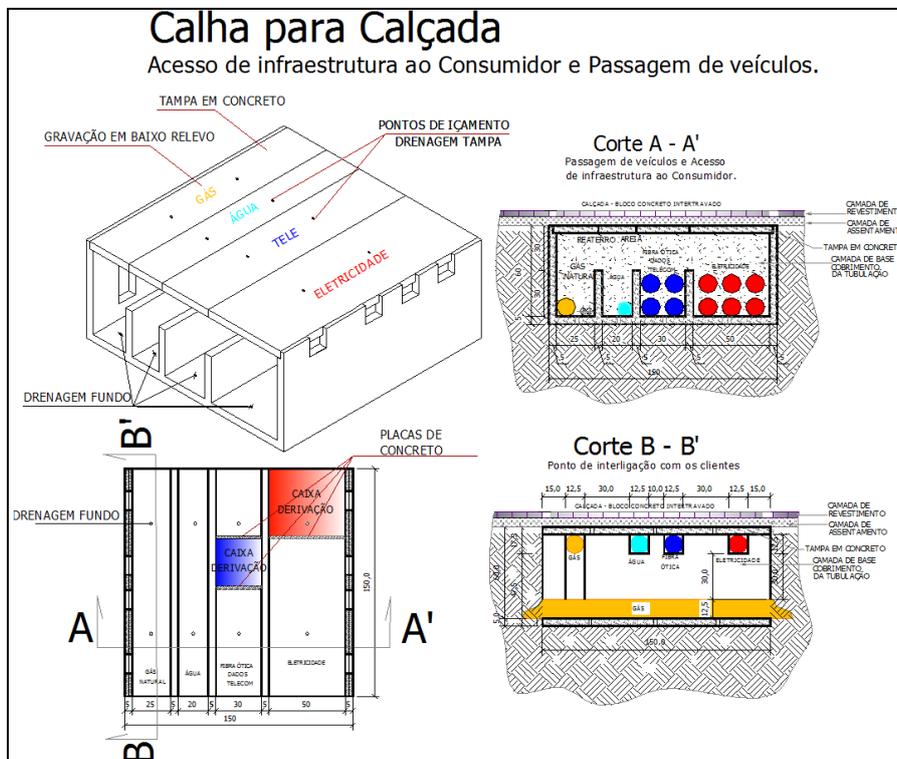


Figura 10. Calha para calçada- Interligação com clientes e passagem de automóveis.

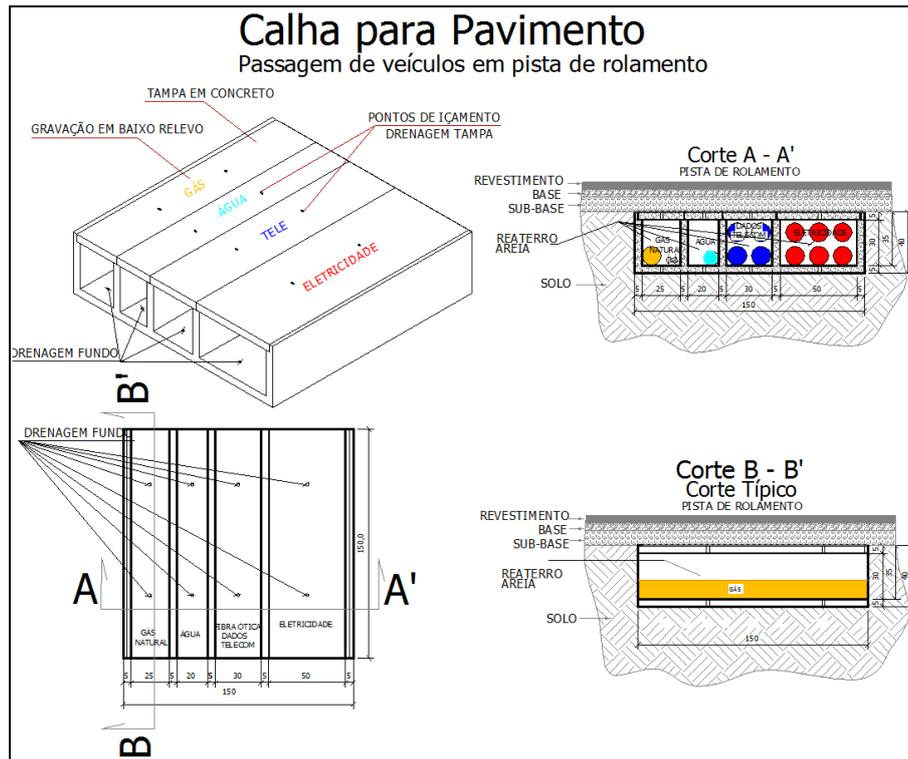


Figura 13. Detalhe de calha de pavimento – cruzamento de pavimento de alto tráfego.

3. Análise de custos:

Um dos principais fatores na formação de preço dos serviços de infraestrutura são os custos relacionados às etapas de construção e montagem das redes, principalmente por estas demandarem grande parte dos recursos de implantação. Custos de mão-de-obra, mobilização de canteiros, contratação de equipes, treinamentos e gestão destes, bem como despesas administrativas e trabalhistas, colocam esta etapa com uma das mais onerosas do sistema, sendo responsável por mais de 40% da participação desta etapa na formação final do preço de uma obra.

Considerando que o conceito da vala técnica é a divisão de várias redes em uma única instalação, os custos acima relacionados são fracionados entre as diversas concessionárias participantes, tornando os valores de implantação inferiores quando comparados à instalação implantada de maneira individualizada. Outro fato é a necessidade de aquisição do uso de solo, que em alguns casos é necessária para a implantação de serviços de infraestrutura. O compartilhamento destes custos entre concessionárias é fator de redução do preço final de um projeto.

A gestão de serviços em um momento único reduz o tempo de interdição da via e seu entorno e reduz a quantidade de retrabalhos, comumente visualizados em nossas cidades. Não é raro observarmos uma rua que foi recentemente recuperada e asfaltada sendo reaberta para a instalação de um novo serviço. A construção de todas estas redes de maneira única e centralizada contribui além da redução de custos da obra, tempo de implantação e transtornos ao entorno, também para o gerenciamento e fiscalização desta obra, o que vem ao encontro dos novos moldes de governança, gestão e transparência em contas públicas na construção de obras de infraestrutura.

3. Conclusão:

A vala técnica é uma ferramenta eficiente para a implantação do conceito de sustentabilidade na concepção de redes de infra-estrutura, abordando itens relacionados a ordenamento e cadastro urbano, sustentabilidade na utilização de recursos e, principalmente com foco na segurança durante a construção, operação e manutenção destas.

O modelo apresenta-se adequado nos casos de implantação de infraestrutura em novos loteamentos, com a implantação de todas as redes de uma única vez e nos casos de revitalização em áreas centrais ou históricas, onde praticamente todas as instalações são refeitas. Áreas com calçadas com dimensão inferior a 1,50 metros ou com muitas interferências, como caixas de derivação dificultam a implantação do sistema.

Cabe ressaltar também a necessidade da gestão integrada dos projetos pelo poder público com as concessionárias, bem como normativas para regulamentar tal sistema.

8. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Pavimentos intertravados - Prática recomendada 1. Disponível em: < http://www.abcp.org.br/conteudo/wp-content/uploads/2010/01/pr1_intertravados.pdf >. Acesso em: 10 dez. 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118. Projeto de revisão. Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9781 – Peças de Concreto para Pavimentação – Especificação. Rio de Janeiro, 1987.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12213 - Projeto de adutora de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12712: Projeto de Sistemas de Transmissão e Distribuição de Gás Combustível. Rio de Janeiro, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14039 - Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14461– Sistemas para distribuição de gás combustível para redes enterradas - Tubos e conexões de polietileno PE 80 e PE 100 - Instalação em obra por método destrutivo (vala a céu aberto) . Rio de Janeiro, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14683-1:– Sistemas de subdutos de polietileno para telecomunicações - Parte 1: Requisitos para subdutos de parede lisa. Rio de Janeiro, 2001.
- CDC -Occupational Fatalities During Trenching and Excavation Work –United States, 1992-2001 Disponível em: <www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5315a2.htm>. Acesso em: 14 dez. 2011.
- E.ON-Ruhrigas AG. The Role Of Natural Gas In Future Smart Energy Grids. Disponível em: <http://www.nrw.co.jp/file/seminare_jp/2011.03.04/Lorenz.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2012.
- GHINATO, P. Sistema Toyota de Produção: mais do que simplesmente just-in-time Caxias do Sul, EDUCS, 1996.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. NR-18. Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-18-1.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2011.
- MIOSHA Construction Safety Standard, Part 9. Excavation, Trenching and Shoring. Internet Address: www.michigan.gov/documents/CIS_WSH_part_9_47126_7.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2011.
- OHNO, T. Toyota Production System: Beyond large-scale production. Cambridge, MA., Productivity Press, 1988.
- PSE - Excavation Requirements for Joint Utility Mainline Trenches - Disponível em: <<http://pse.com/accountsandservices/Construction/Documents/2809.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2011.
- SHINGO, S. Zero quality control: source inspection and the poka-yoke system. Cambridge, Massachusetts, Productivity Press, 1986.
- U.S. Department of Housing and Urban Development. Innovative Site Utility Installations. Disponível em: <http://www.toolbase.org/PDF/DesignGuides/Innovative_Site_Utility_Installations.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2011.