



Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico. ISSN: 2446-6778
Nº 2, volume 2, artigo nº 01, Julho/Dezembro 2016
D.O.I: <http://dx.doi.org/10.20951/2446-6778/v2n2a1>

A INTERFERÊNCIA DAS REDES SUBTERRÂNEA NA QUALIDADE DA PAVIMENTAÇÃO URBANA: COMPARATIVO ECONÔMICO ENTRE ALTERNATIVAS DE TRAÇADO

Claudinei Moreira Diniz¹
Engenheiro Civil

Maysa Pontes Rangel²
M.Sc. em Planejamento Regional e Gestão de Cidades

Muriel Batista de Oliveira³
M.Sc. em Engenharia Civil

Pietro Valdo Rostagno⁴
Esp. em Engenharia Civil

Resumo

Este artigo apresenta uma análise com alternativas de traçado para redes de infraestrutura subterrâneas em centros urbanos de pequeno a médio porte. Através de um estudo de caso na Avenida Magalhaes de Queiroz, localizada na cidade de Carangola-MG, foi estabelecido duas alternativas de traçado para as redes de infraestrutura subterrâneas. Estas propostas foram comparadas economicamente a partir do levantamento das técnicas de dimensionamento de pavimentação e drenagem, associadas aos métodos construtivos das redes de infraestrutura subterrâneas dos centros urbanos. Os resultados mostram que em relação ao custo total de execução para cada uma das duas alternativas o traçado de redes cortando o subsolo de passeios apresentam custos mais elevados que as redes sob a pista de rolamento. Entretanto, através da análise em relação aos benefícios em qualidade e economia em longo prazo a alternativa de traçado sob os passeios se sobrepõe e justifica o gasto inicial mais elevado. Por fim, conclui-se que as ao evitar as frequentes interferências de abertura de valas na superfície da pavimentação, e conseqüente redução de gastos a longo prazo, a utilização de redes subterrâneas traçadas sob os passeios é uma boa alternativa a ser considerada para os centros urbanos de pequeno e médio porte.

Palavras-chave: Orçamento; Pavimentos; Redes de Infraestrutura.

¹ Faculdade Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, claudinei_diniz@hotmail.com

² Faculdade Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, maysaran@terra.com.br

³ Faculdade Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, muriel1078@gmail.com

⁴ Faculdade Redentor, Engenharia Civil, Itaperuna-RJ, pietrovaldor@yahoo.com.br

Abstract

This paper presents an analysis of alternatives for the location of underground network infrastructure in small and medium-sized cities. Through a case study in the Avenida Magalhães de Queiroz, located in the city of Carangola-MG, two alternatives for location of the underground infrastructure networks have been proposed. These alternatives were compared economically and functionally, this comparison was made by the review of pavements and drainage design techniques associated with construction methods of underground infrastructure networks within urban centers. The results show that in relation to the total running costs for each of the two alternatives, the networks cutting through underground of sidewalks have higher costs than the networks underneath the pavement. Therefore, in the analysis of the benefits in quality in the long run, the alternative underneath the sidewalk overlaps and justifies the higher initial cost. Finally, it is concluded that to avoid frequent trenching interference on the surface of pavements, and consequently reducing long-term costs, the use of underground networks drawn under the sidewalks is a good alternative for small and medium-sized cities.

Keywords: Estimating; Infrastructure Networks; Pavements.

1. Introdução

A infraestrutura urbana é o elemento presente nas cidades que dita o funcionamento e organização das edificações e pessoas através de rodovias, eletricidade, água, esgoto, etc.. As redes de infraestrutura formam entre si redes de fornecimento de serviços necessários a uma organização estrutural urbana. A grande maioria das redes de infraestrutura está localizada no subterrâneo, e como consequência, este tem se tornado cada vez mais congestionado e sobrecarregado; dificultando assim uma organização do espaço subterrâneo urbano.

No que se refere aos municípios de pequeno a médio porte o controle de qualidade da pavimentação e da organização do subterrâneo é ainda mais caótico. Os procedimentos são dificultados por problemas associados à baixa disponibilidade de recursos financeiros juntamente com a dificuldade de coordenação entre os diferentes órgãos envolvidos na execução de projetos que raramente resultam na importância necessária à organização do subsolo e das redes subterrâneas nele presente. Stuchi (2005) credita grande parte da baixa qualidade da pavimentação ao descuido na execução de serviços em redes de infraestrutura que interagem diretamente com o pavimento, em especial as redes subterrâneas.

Pereira (2003), destaca que é durante intervenções temporárias no pavimento ou em seu entorno que pode ocorrer uma concentração de água no subsolo e aumento do teor de umidade que pode resultar em ruína da estrutura em função da redução de capacidade

estrutural. Em outras palavras, intervenções sucessivas na rede de infraestrutura subterrânea é um elemento negativo para a qualidade da pavimentação, ainda mais em obras públicas municipais que tendem a durar longos períodos e por vezes sofrer embargos temporários durante o processo de execução.

Como forma de evitar tais problemas, ASSHTO (2004), recomenda que as redes subterrâneas sejam localizadas fora do espaço subterrâneo do eixo de rolamento, configuração essa a fim de evitar problemas estruturais e as intermitentes intervenções no revestimento para manutenção e expansão das redes subterrâneas. Embora essa seja uma alternativa por vezes ignorada em centros urbanos brasileiros, ela pode representar uma solução ideal, ou pelo menos que seja a luz para um processo minimizador das influências das redes de infraestrutura subterrânea sobre a qualidade da pavimentação urbana.

Desta forma, o objetivo deste artigo é desenvolver uma análise da alternativa de configurações das redes subterrâneas em cidades brasileiras de pequeno a médio porte. Através do estudo de caso na Avenida Magalhães de Queiroz, localizado na cidade de Carangola-MG, o traçado e dimensionamento de uma pavimentação de CBUQ com a rede pluvial será proposto, e utilizando desta configuração inicial serão comparados custos econômicos entre o traçado das redes de água e esgoto sob o passeio e sob o eixo de rolamento da via. Tal comparação se faz importante devido a interferência das redes de infraestrutura na pavimentação urbana, tanto em termos de qualidade como também em termos econômicos, em média os custos com redes de infraestrutura compreendem de 55 a 60 por cento para pavimentação e drenagem, e de 20 por cento para as redes sanitárias (ZMITROWICZ & ANGELIS NETO, 1997). Em suma, a finalidade é estudar o controle de qualidade em pavimentação urbana de cidades de pequeno a médio porte, analisando a construção e manutenção de redes subterrâneas e sua interferência sobre a qualidade das camadas de um pavimento.

2. Revisão Bibliográfica

As redes de infraestrutura urbana vêm acompanhando a evolução do desenvolvimento das civilizações humanas ao longo da história. Existem registros de civilizações datadas de milhares de anos antes de Cristo que já contavam com sistemas de canais de água para abastecimento dos aglomerados de pessoas. Um dos exemplos mais notáveis foi a criação dos calçamentos de vias na época do império Romano que serviram de premissa para a configuração do pavimento conhecido atualmente (ZMITROWICZ & ANGELIS NETO, 1997).

No Brasil, o desenvolvimento mais notável ocorreu a partir da década de 40 com o crescimento populacional urbano. O movimento de êxodo rural observado na época

provocou o crescimento das cidades existentes bem como impulsionou o surgimento de novas cidades. Em contrapartida, aumentou a deficiência em planejamento urbano e a deterioração física e social do espaço. Por fim, a carência em infraestrutura ficou ainda mais agravada nessa época principalmente em função da cultura de formação dos municípios sobre a premissa de necessidade imediata do uso de terra, negligenciando o planejamento da rede infraestrutura e serviços urbanos necessários (MICHEL *et al*, 2013).

As redes de infraestrutura urbanas são classificadas em 4 (quatro) diferente grupos: o sistema viário (pavimentação e drenagem); sistema sanitário (água potável e esgoto); sistema energético (energia e gás encanado), e o sistema de comunicação (TV, internet, etc.). Mascaró & Yoshinaga (2005) destacam que dentre estes quatros grupos o sistema viário é considerado o sistema que demanda maior recurso financeiro devido a sua abrangência e ocupação de espaço urbano, o que impõe maior dificuldade em melhoria de capacidade uma vez construído, e é o que mais chama atenção em casos de erros de projeto quando finalizado por estar em contato direto com as pessoas.

Em complemento, Papacosta & Prevedouros (2001), definem a pavimentação urbana como um sistema essencial para manutenção da qualidade urbana e para promover a vitalidade das regiões e bairros de uma cidade, sendo ela responsável por oferecer acesso de qualidade estrutural, funcional e seguro.

No Brasil, o tipo de revestimento mais utilizado é o composto pela mistura de agregados minerais com ligantes asfálticos, conhecida como misturas asfálticas. Elas são produzidas principalmente de duas formas: em usinas específicas, conhecidas como misturas usinadas (fixa ou móvel), ou produzidos no local da pista, conhecido como tratamento superficial. Existem ainda diferenças em relação à temperatura de preparação do ligante asfáltico, sendo os principais a mistura a frio nomeado de emulsão asfáltico – EAP, ou a mistura a quente executadas em alta temperatura conhecido como o Concreto Betuminoso Usinado a Quente – CBUQ (BERNUCCI *et al*, 2006).

O sistema de drenagem é responsável por escoar as águas de chuvas de forma adequada aos seus destinos finais e é composto por elementos tais como sarjetas, bocas-de-lobo, condutos de ligação, poços de visitas, dentre outros. O projeto de drenagem é o responsável por evitar retenção de águas em vias, pela proteção dos pedestres e carros, e também pela proteção estrutural do pavimento evitando ações prejudiciais das águas aos pavimentos (DIOGO & SCIAMMARELLA, 2008). Em suma, a destruição causada pela água da chuva penetrante na base de um pavimento pode gerar a destruição completa até mesmo de pavimentos que foram devidamente projetados, dessa forma é importante ressaltar a necessidade de um projeto de drenagem e de asfalto de qualidade (DNIT - IPR

742, 2010).

A rede de água potável é formada por um sistema composto por equipamentos de tratamento e distribuição de água onde a parte final que se conecta diretamente às residências e indústrias é denominada rede de distribuição. A composição básica de uma rede de distribuição é formada pelas tubulações principais, que são conectadas e alimentadas diretamente pelos reservatórios; e pelas tubulações secundárias, que compõem as demais tubulações da rede de distribuição e que são conectadas diretamente aos destinos finais da água potável (NUCASE, 2008).

A rede de esgoto sanitário é o sistema urbano responsável por transportar as águas residuais produzidas pelas residências, indústrias e infiltrações, até o destino final que são as estações de tratamentos. Essa rede, por sua vez, é composta por ligações prediais, coletores de esgoto (coletores principais e coletores tronco), poços de visitas, tubos de inspeção e limpeza, caixas de passagem, dentre outros elementos complementares, que juntos compõem todo o sistema da rede (NURENE, 2008).

No que se refere à localização das valas para execução das redes subterrâneas a preferência deverá ser dada às normas municipais, contudo, a norma brasileira de abertura e fechamentos de valas recomenda a localização delas na região do leito carroçável somente na ocorrência de falta de espaço no passeio, na existência de elementos que dificultam sua execução, por quesitos de facilidade ou economia para execução, em casos de oferecer riscos às construções adjacentes, ou quando regulamentos municipais impedem tal tipo de localização (ABNT - NBR 12.266, 1992).

A importância da escolha da localização das valas se deve principalmente a execução em serviços que interferem na superfície e no cuidado a ser tomado durante tais execuções. É necessário ressaltar que a ocorrência da má qualidade na execução de serviços de manutenção resulta em redução da conservação do pavimento e acabam provocando o reaparecimento dos mesmos defeitos em um curto prazo de tempo, gerando assim transtornos para todas as partes envolvidas, população, os órgãos públicos e as construtoras (PETERLINI, 2012).

Em frente a tais ocorrências, a gestão e gerenciamento de uma obra têm como principal objetivo garantir sua implantação de forma organizada e que corresponda ao que foi projetado, ao passo que combata atrasos e perdas econômicas focando em quesitos como qualidade, custo e prazo (NUVOLARI, 2011).

3. Estudo de Caso

Para este estudo a revisão bibliográfica deu embasamento para o estudo de caso

desenvolvido na Avenida Magalhaes de Queiroz localizada no município de Carangola – MG, com comprimento total de 424m.

3.1. Metodologia

Através da metodologia de dimensionamento do DNER, também conhecido como método do CBR, foi proposto uma reconstrução do pavimento que já se encontra em estado avançado de deterioração e total abandono. O método do DNER determina o dimensionamento a partir de dois principais elementos, o número equivalente (N) de operações de carga de um eixo padrão comum ao trecho a ser dimensionado, e pelo Índice de Suporte (IS) do material encontrado.

Para o dimensionamento da drenagem os procedimentos adotados foram baseados majoritariamente seguindo orientações propostas pelo Manual de Drenagem do DNIT. A metodologia recomendada pelo Manual de Drenagem toma como base os procedimentos utilizados nos principais centros urbanos brasileiros, tais como as cidades do Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

A superfície do revestimento de estudo apresenta diversos defeitos, dentre eles podem ser observados a olho nu trincas do tipo jacaré, trincas longitudinais, panelas (buracos), defeitos de remendos, ondulações, entre outros. Dado a quantidade de defeitos encontrado na pista fica claro que existe uma demanda eminente de um estudo mais aprofundado para seu levantamento e análise das respectivas causas, embora que em certos pontos é bastante evidente a influência da falta de um bom sistema de drenagem. A situação do pavimento pode ser observada na Fotografia 01.



Fotografia 01 – Defeitos de superfície encontrados na avenida

O procedimento construtivo recomendado neste estudo inclui, inicialmente, a retirada total da pavimentação, do passeio e de uma camada de 30 cm de solo. Os procedimentos de abertura e fechamento de valas para as redes de drenagem, esgoto, e água, serão executados em acordo à NBR 12.266 (1992) acompanhando os traçados definidos previamente em projeto. Em seguida, executa-se a regularização do subleito e a camada base constituída de BGS (Brita Graduada Simples). Por fim, serão executados os procedimentos de imprimação e pintura de ligação previamente à execução do revestimento asfáltico de CBUQ (Concreto Betuminoso Usinado à Quente).

Para a execução dos traçados das redes de água e esgoto foi tomada como base o dimensionamento da pavimentação e da rede de drenagem. Em seguida, foi proposto duas configurações para redes de água potável e de esgoto sanitário, tendo em vista que elas são as redes que mais apresentam necessidade de manutenção ao longo dos anos e conseqüentemente reduzindo a capacidade estrutural do pavimento. Foi analisada inicialmente uma primeira proposta com a rede de drenagem traçada no eixo central da via, rede de água simples cortando o terço par da via, e a rede de esgoto simples cortando o terço ímpar da via. Em seguida, uma segunda proposta com a rede de drenagem traçada no eixo central da via e a rede de água e esgoto dupla cortando o subsolo dos passeios.

O orçamento estabeleceu 5 (cinco) diferentes categorias de serviços adotadas para ambas propostas, sendo eles: serviços preliminares, demolições, drenagem, esgoto sanitário, água potável, pavimentação, passeio, e finalização. O levantamento de preços tomou como base a tabela de preços da SINAPI com base em fevereiro de 2016.

3.2. Resultados e Discussão

O projeto de redimensionamento da rede viária composta pela pavimentação e pela drenagem possibilitou o levantamento dos principais aspectos da implantação de asfalto CBUQ para municípios de pequeno a médio porte de forma eficiente e técnica.

O traçado das redes de água e esgoto seguindo o redimensionamento do pavimento e da rede de drenagem considerou estruturalmente e economicamente opções de disposição espacial e organização do subsolo urbano. O corte transversal da via para as duas alternativas propostas para este estudo pode ser observado nas Figuras 01 e 02.

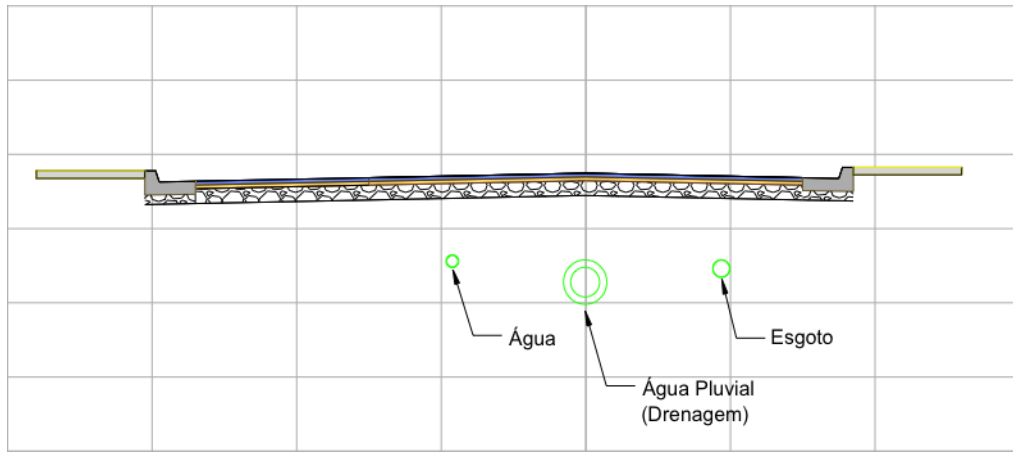


Figura 01 – Corte transversal da via para a proposta I

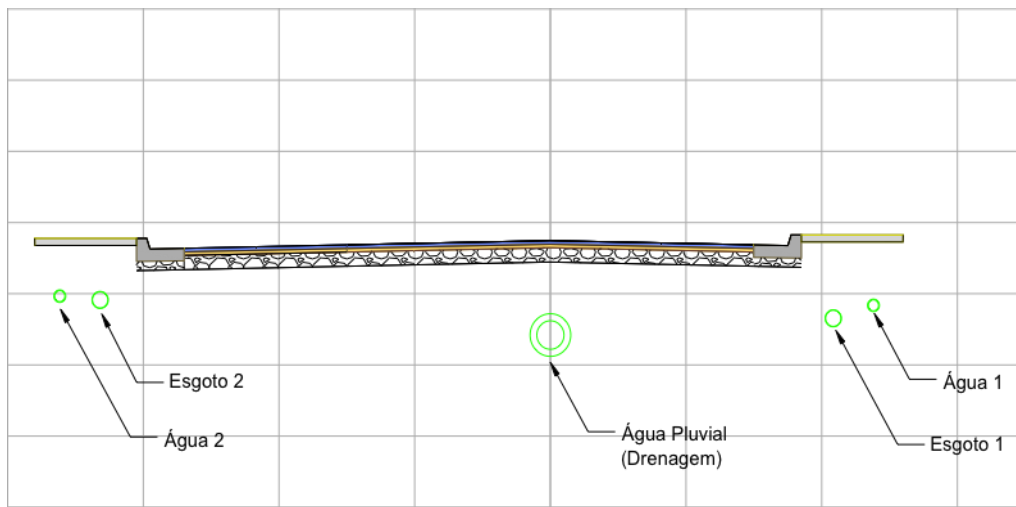


Figura 02 – Corte transversal da via para a proposta II

Nos esquemas apresentados nas figuras 1 e 2 é possível observar uma redução de tubulações cortando o subsolo do pavimento na proposta de redes traçadas sob o passeio e, portanto, diminuindo a probabilidade de futuras intervenções diretas na estrutura do pavimento. Conforme citado por Stuchi (2005), pode-se creditar boa parte da baixa qualidade da pavimentação ao descuido na execução da manutenção ou expansão das redes sob o pavimento asfáltico, dessa forma ao eliminar as redes do subsolo realocando-as sob os passeios é possível reduzir tal problema. Aliados a isso, temos a facilidade de operações de manutenção sobre os passeios no sentido de interdições de tráfego, em cenários de manutenção apenas a calçada em obra, e talvez uma pequena parte da via, irá ser interditada enquanto que todo o restante da mesma poderá continuar funcionando sem interferências.

Em relação aos aspectos econômicos entre estas duas alternativas, os resultados obtidos pelo orçamento demonstraram claramente os pesos exercidos por cada categoria de

serviço sobre o custo total. Conforme podem ser observadas nas Tabelas 01 e 02 as categorias de serviços relacionados à pavimentação e drenagem consomem juntas mais da metade dos custos totais de uma obra que abrange reconstrução de redes de água, esgoto, drenagem e pavimento. A porcentagem de custos em relação ao custo total para pavimentação e drenagem para a proposta I e proposta II são 61,28% e 57,2% respectivamente.

Proposta I			
Item	Descrição Categoria	Custo	%
1.0	<i>Serviços Preliminares</i>	115.539,17	13,27%
2.0	<i>Demolições</i>	53.848,24	6,18%
3.0	<i>Drenagem</i>	185.853,49	21,34%
4.0	<i>Esgoto Sanitário</i>	78.135,23	8,97%
5.0	<i>Água Potável</i>	27.403,09	3,15%
6.0	<i>Pavimentação</i>	347.837,38	39,94%
7.0	<i>Passeio</i>	53.462,16	6,14%
8.0	<i>Finalização</i>	8.780,86	1,01%
Custos dos Serviços:		R\$ 870.859,62	100,00%
Valor do B.D.I. de 23%:		R\$ 200.297,71	
Custo Total dos Serviços:		R\$ 1.071.157,33	

Tabela 01 – Resumo do orçamento para a proposta I

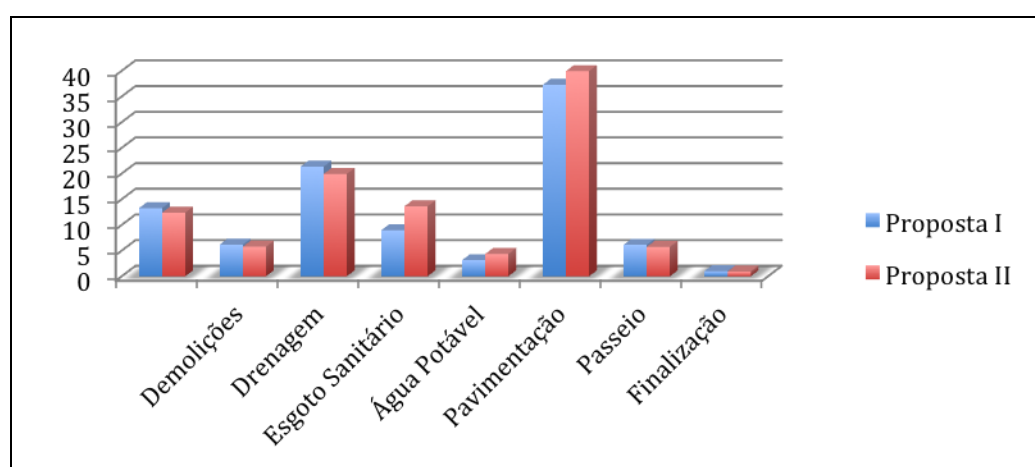
Por outro lado, os custos referentes aos serviços de esgoto sanitário e água potável representam um menor peso sobre os custos totais da obra, onde juntas representam 12,12% para a proposta I e 17,97% para a proposta II.

Proposta II			
Item	Descrição Categoria	Custo	%
1.0	<i>Serviços Preliminares</i>	115.539,17	12,38%
2.0	<i>Demolições</i>	53.848,24	5,77%
3.0	<i>Drenagem</i>	185.853,49	19,92%
4.0	<i>Esgoto Sanitário</i>	127.022,47	13,62%
5.0	<i>Água Potável</i>	40.599,80	4,35%
6.0	<i>Pavimentação</i>	347.837,38	37,28%
7.0	<i>Passeio</i>	53.462,160	5,73%
8.0	<i>Finalização</i>	8.780,86	0,94%
Custos dos Serviços:		R\$ 932.943,57	100,00%
Valor do B.D.I. de 23%:		R\$ 214.577,02	
Custo Total dos Serviços:		R\$ 1.147.520,59	

Tabela 02 – Resumo do orçamento para a proposta II

Quando comparadas, as duas propostas apresentam características bastante semelhantes em relação ao comportamento do peso total de cada categoria de serviço em relação ao custo total. A principal diferença é observada apenas nas categorias de serviços para a rede de esgoto e rede de água potável que aumentaram seus custos em relação ao custo total da obra, Gráfico 01. Este comportamento pode ser justificado com a maior quantidade de tubulação e acessórios utilizados com a rede dupla. Entretanto, a rede dupla ao mesmo tempo reduz bastante os custos em função do menor espaçamento entre as redes e os lotes, e desta forma, menor quantidade de tubulação para os ramais prediais.

Gráfico 01 – Diferença de percentual de custos entre as duas proposta em cada categoria de serviço



Referente ao custo total da obra, a proposta I apresentou um custo menor em relação à proposta II, a proposta I teve como custo total R\$1.071.157,33, enquanto que a proposta II apresentou um custo total de R\$ R\$ 1.147.520,59. Tendo então que a segunda proposta ficou 7,13% mais cara. No entanto, tendo em vista que as redes de água e esgoto sofrem maior demanda de intervenções direta ao longo de sua vida útil essa alternativa acaba não apresentando um grande atrativo econômico em longo prazo. Como podem ser observados no orçamento, os custos referentes somente à pavimentação são expressivamente maiores ao compararmos com ao custo com as redes de água e esgoto. Nos Gráficos 02 e 03 pode ser observado a porcentagem de contribuição de cada categoria de serviço em relação ao custo total da proposta.

Gráfico 02 – Composição de pesos em relação ao custo total para a proposta I

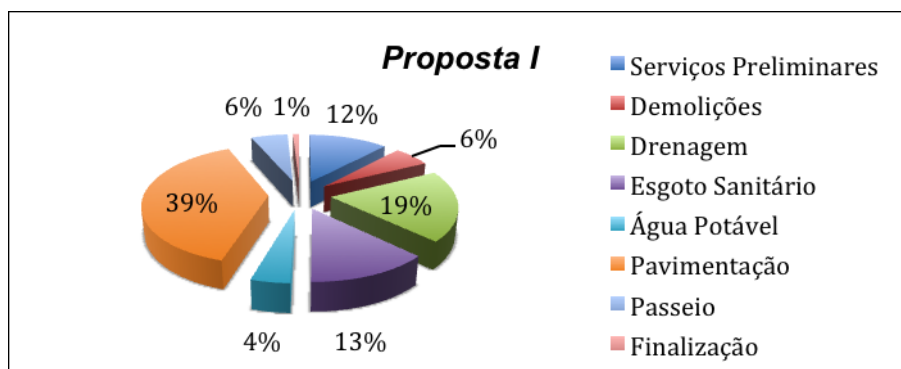
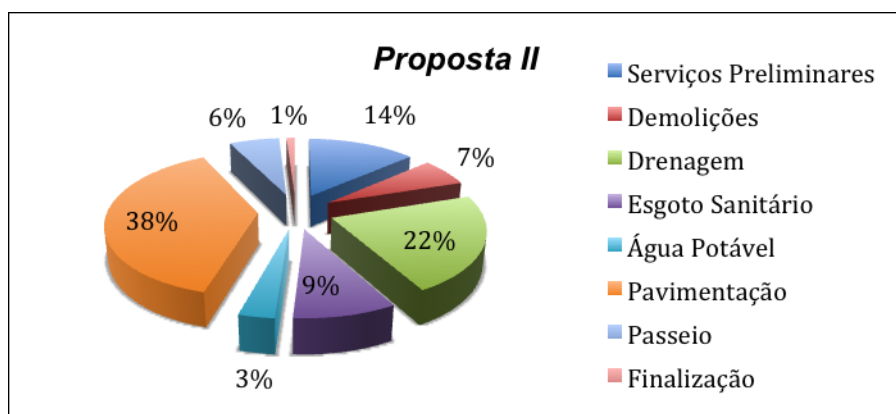


Gráfico 03 – Composição de pesos em relação ao custo total para a proposta II



Os resultados obtidos neste estudo estão dentro das variações de porcentagem obtidas pelo estudo de Zmitrowicz & Angelis Neto no ano de 1997. Ambas as propostas apresentadas neste estudo obtiveram pavimentação e drenagem entre 50 a 60 por cento dos custos totais com infraestrutura. Entretanto, as redes de infraestrutura sanitária estiveram com média um pouco abaixo das encontradas pelo estudo realizado em 1997, tendo que os custos apresentaram entre 10 e 20 por cento dos custos totais, médias essas abaixo dos 20 por cento previamente estabelecidos por Zmitrowicz & Angelis Neto.

Com isso, acredita-se que a alternativa de traçado de redes de água e esgoto no subsolo dos passeios deve ser considerada mesmo para os municípios de pequeno a médio porte. Embora seus custos imediatos possam ser um pouco maior em curto prazo, em longo prazo tal tipo de investimento dará retornos consideráveis ao evitar as recorrentes manutenções ou reabilitação do revestimento asfáltico. Em outras palavras, a proposta II tem predição de oferecer retornos econômicos ao mesmo tempo que garante qualidade considerando que as obras de reaterro e repavimentação são por vezes realizadas de forma irregular pelos órgãos responsáveis. Um breve resumo de algumas das principais vantagens e desvantagens de cada proposta pode ser observado no Quadro 01.

Comparativo de vantagens e desvantagem de cada proposta	
<i>Proposta I</i>	<i>Proposta II</i>

Vantagens:	<ul style="list-style-type: none"> • Menor custo total inicial (implementação). • Menor quantidade de tubulações e acessórios necessário na rede. • Prática já bastante difundida em território brasileiro. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menos tubulações cortando subsolo da pavimentação. • Menor risco de infiltrações no subsolo (estrutura do pavimento). • Redução da necessidade de interferências direta no revestimento. • Menor impacto em função de fechamento de trânsito em operações de manutenção. • Melhor custo-benefício em longo prazo.
Desvantagens:	<ul style="list-style-type: none"> • Sucessivas interferências no revestimento em função de manutenção. • Impacto direto na capacidade estrutural do pavimento. • Maior ocorrência de defeitos no revestimento em função das operações de reaterro e repavimentação. • Maior profundidade das tubulações em função da demanda de carga sobre a via. 	<ul style="list-style-type: none"> • Maior custo total inicial (implementação). • Prática construtiva pouco difundida em território brasileiro.

Quadro 01 – Quadro comparativo de vantagens e desvantagens em cada proposta

No entanto, o projeto e a implantação de uma obra de pavimentação urbana, bem como as demais redes de infraestrutura subterrâneas são procedimentos que dependem de um grupo geral de poderes públicos responsáveis, no qual a parte que cai sobre os municípios acaba sendo uma das mais importante e crucial, afinal ele é o agente executor de tais obras. Em função disso, baseado na bibliografia revisada este estudo recomenda que as prefeituras estabeleçam uma lista de orientações a serem checadas em qualquer obra de pavimentação executada dentro do município conforme apresentado no Quadro 02.

Proposta de Metodologia Construtiva	
Definição de Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Análise de projeto básico para decisão baseada em custos relativos a implantação de mais de uma alternativas de traçado para as redes subterrâneas.
Técnica Construtiva	<ul style="list-style-type: none"> • Remoção total da pavimentação; • Remoção da camada de solo subjacente quando não houver teste comprovando sua capacidade estrutural; • Procedimentos de abertura, assentamento e fechamento de valas para as redes de drenagem, esgoto, e água executados em acordo à NBR 12266 e baseados nos traçados projetado; • Regularização do subleito em acordo com a norma DNIT 138/2010 -ES; • Camada base constituída de BGS (Brita Graduada Simples); • Procedimentos de execução de imprimação e pintura de ligação;

	<ul style="list-style-type: none"> • Execução do revestimento asfáltico de CBUQ.
<p>Controle de Qualidade (Execução e Produto Final)</p>	<p>Checagem dos seguintes itens:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Especificações básicas do material empregado na obra; • Graduação do agregados e as condições de armazenamento; • Temperatura do ligante a ser utilizado em relação ao definido em projeto; • Faixa de distribuição granulométrica e do teor de ligante em relação ao projetado; • Recobrimento dos agregados pelo ligante durante a execução, e testes referentes a infiltração de água; • Checagem nas etapas de execução, isso incluindo desde o transporte de material até o funcionamento adequado de maquinário. • Condições climáticas durante a execução condizentes para o tipo de trabalho; • Inspeções dos insumos com ensaios de caracterização, de compactação, e CBR; • Inspeções do produto final com verificações geométricas de tolerâncias de nivelamento e relocação; • Verificações de conformidade final em relação a norma do DNER PRO 277/97.

Quadro 02 – Proposta de metodologia construtiva

4. Conclusão

O principal propósito deste artigo foi analisar alternativas de traçado de redes de infraestrutura subterrâneas em centros urbanos de pequeno a médio porte baseados em uma análise de práticas executivas de qualidade. A conclusão obtida considera as redes de água e esgoto traçadas sob os passeios como uma opção a ser sempre considerada pelos municípios de pequeno a médio porte, mesmo em frente ao custo imediato um pouco superior. Essa alternativa de traçado tem capacidade de oferecer retornos econômico e estrutural em longo prazo em função da redução dos procedimentos de reaterro e repavimentação extensamente utilizada em operações de manutenção em redes sob o eixo de rolamento.

Por fim, os resultados apresentados expressaram a importância de uma escolha cautelosa e precisa do traçado das redes de infraestrutura subterrânea para promover a manutenção da qualidade da pavimentação urbana. No estudo das propostas de traçado foi possível estabelecer as respectivas vantagens e desvantagens encontradas para cada uma das configurações de traçado, obtendo-se relativamente um maior número de vantagens para a proposta II e um maior número de desvantagens para a proposta I. Ao fim do estudo, com base na bibliografia revisada juntamente com os resultados encontrados, recomenda-se uma proposta de metodologia construtiva às prefeituras com uma lista de orientações a

serem checadas em quaisquer obras de redes de infraestrutura urbana a serem executas.

Por fim, ao final deste trabalho, é necessário ressaltar a importância deste estudo para os pequenos municípios que raramente lançam mão de investir recursos e mão de obra em uma nova cultura construtiva em seus serviços. Embora este estudo seja uma ferramenta de auxílio de tomada de decisão, recomenda-se estudos futuros abrangendo um maior número de casos, e considerando o redimensionamento de uma rede completa com maior extensão para que estes dados sejam mensurados de forma mais abrangente.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12.266: Projeto e Execução de Valas para Assentamento de Tubulação de Água, Esgoto ou Drenagem Urbana**. Rio de Janeiro, 1992.

AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials. **A Policy on Geometric Design of Highways and Streets**. 5 ed. Washington, D.C., 2004.

BERNUCCI, L. B. *et al.* **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRAS: ABEDA, 2006.

DIOGO, F. J. A.; SCIAMMARELLA, J. C. **MANUAL DE PAVIMENTAÇÃO URBANA - Drenagem: Manual de Projetos, Vol. II**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Pavimentação, 2008.

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de Implantação Básica de Rodovia**. 3 ed. Rio de Janeiro, 2010. (IPR. Publ., 742).

MASCARÓ, J. L.; YOSHINAGA, M. **Infraestrutura Urbana**. 1 ed. Porto Alegre: Masquatro, 2005.

MICHEL *et al.* Proposta para Gestão de Infraestrutura Urbana Integrada em Cidades de Pequeno Porte a Partir de um Estudo de Caso. **Revista CIATEC – UPF**, Passo Fundo, v. 5, n. 2, p. 12-28, 2013.

NUCASE – Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. **Abastecimento de Água - Construção, Operação e Manutenção De Redes de Distribuição de Água: Guia do Profissional em Treinamento: Nível 2**. Brasília: Ministério das Cidades, 2008.

NURENE – Núcleo Regional Nordeste. **Esgotamento Sanitário: Projetos e Construção de Sistemas de Esgotamento Sanitário: Guia do Profissional em Treinamento: Nível 2**. Salvador: ReCESA, 2008.

NUVOLARI, A. *et al.* **Esgoto Sanitário – coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2011.

PAPACOSTA, C. S.; PREVEDOUROS, P. D. **Transportation Engineering & Planning**. 3 ed. New Jersey, USA: Pearson Prentice Hall, 2001.

PEREIRA, A. C. O. **Influência da Drenagem Subsuperficial no Desempenho de**

Pavimentos Asfálticos. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Transportes) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. 194 p.

PETERLINI, P. S. **Controle da Qualidade em Pavimentação Urbana: Manual do Aluno.** Rio de Janeiro: ABPv, 2012.

SENÇO, W. **Manual de Técnicas de Pavimentação, Vol. 2.** 1ª ed. São Paulo: PINI, 2001.

STUCHI, E. T. **Interferência de Obras de Serviço de Água e Esgoto sobre o Desempenho de Pavimentos Urbanos.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005. 95 p.

ZMITROWICZ, W.; ANGELIS NETO, G. **Infraestrutura Urbana.** São Paulo: EPUSP, 1997. (Texto Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/17)

Sobre os Autores

Autor 1: Egresso do curso de graduação em Engenharia Civil da Faculdade Redentor. Atua na área de construção civil. E-mail: claudinei_diniz@hotmail.com

Autor 2: Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade Redentor. Mestre em Planejamento Regional e Gestão de Cidades pela Universidade Cândido Mendes. E-mail: maysaran@terra.com.br

Autor 3: Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade Redentor. Mestre em Engenharia Civil pela UFRJ. E-mail: muriel1078@gmail.com

Autor 4: Professor Especialista do curso de Engenharia Civil da Faculdade Redentor. E-mail: pietrovaldor@yahoo.com.br