



XI SILUBESA

Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

28/03 a 02/04/2004 - Natal - Rio Grande do Norte - Brasil

II-046 - IMPORTANCIA DO TRAÇADO NO CUSTO DE CONSTRUÇÃO DA REDE COLETORA DE ESGOTO SANITÁRIO DO SETOR BÁSICO DO CAMPUS GUAMÁ - UFPA

Jaqueline Maria Soares(1)

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestranda em Engenharia Civil na Linha de Pesquisa Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos da UFPA. Bolsista da Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa – FADESP.

Mary Lucy Mendes Guimarães Valente

Engenheira Civil pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil pela UFPA.

Amanda de Jesus Rodrigues Bezerra

Graduanda em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará.

William Anderson Moura de Freitas

Graduando em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Pará.

José Almir Rodrigues Pereira

Engenheiro Sanitarista pela UFPA. Mestre em Recursos Hídricos pela UFPB. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP. Professor Adjunto do Departamento de Hidráulica e Saneamento e do Mestrado em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará – UFPA.

Endereço⁽¹⁾: Conjunto COHAB Travessa n-6 nº 119. Bairro Icoaraci – Belém- Pa- CEP: 66.815-420 – Brasil – Tel (91) 227-2695

 jm.soares@bol.com.br

RESUMO

No trabalho é avaliada a importância do traçado no custo de construção da rede coletora de esgoto do setor básico do Campus Guamá da UFPA – Belém/Pa. Inicialmente foi definida a localização das unidades de tratamento e destino final do esgoto sanitário, sendo, então, elaboradas 3 (três) diferentes simulações de traçado da rede coletora de esgoto, tipo separador absoluto. Com a especificação dos materiais, o levantamento dos quantitativos e a elaboração das planilhas orçamentárias foi possível comparar os custos construtivos das diferentes simulações de traçado. Na 3ª simulação de traçado foi obtido o menor volume de escavação da rede coletora, o que resultou na menor profundidade de implantação da unidade de tratamento preliminar da ETE. Em razão do menor custo construtivo e do atendimento das recomendações das normas técnicas, no trabalho foi recomendado que seja utilizada a simulação 3 no projeto executivo do sistema de esgotamento sanitário do setor básico.

PALAVRAS-CHAVE: Coleta, Custo, Esgoto, Rede, Traçado

INTRODUÇÃO

Segundo FERNANDES (1997), o estudo da planta da cidade é a primeira providência do projetista para a definição do traçado da rede coletora, pois nela são identificados os diversos divisores de água e talvegues. Após esse estudo, é necessário local o ponto de lançamento final dos esgotos na planta (pelo menos a direção para esse ponto) para, a seguir, elaborar o posicionamento dos condutos principais e possíveis canalizações interceptoras e emissárias, dentro

de uma concepção que reduza as dimensões em todos os níveis.

O traçado da rede de esgotos está estreitamente relacionado com a topografia da cidade ou localidade, já que, preferencialmente, o escoamento do esgoto deve ocorrer por gravidade. Assim, dependendo da conformação topográfica do local, das exigências técnicas e dificuldades construtivas, a tubulação de esgoto deve ser assentada no sentido que minimize os custos dos serviços de movimentação de terra.

Segundo MASCARÓ (1989), a declividade do terreno é importante para o traçado da rede coletora e para o custo de execução da mesma, porém nem sempre as características topográficas do terreno contribuem para o alcance de profundidades satisfatórias, ou que resultem em menores custos de implantação.

As grandes profundidades acarretam custos elevados para a execução da obra de rede de esgoto, já que serviços como, reposição de pavimentos, escoramento, escavação e reaterro de valas constituem, segundo pesquisas realizadas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, os fatores de maior peso no custo total da obra (TSUTIYA E SOBRINHO, 1999).

Segundo CUALLA (1998), existem alguns tipos de traçados já estabelecidos por diversos autores e que se ajustam às condições físicas de terreno de dada localidade, como por exemplo, os tipos de rede perpendicular, leque e radial ou distrital.

METCALFY & EDDY (1985) destacam que apesar da existência dos tipos de traçados citados anteriormente, é necessário estudo comparativo dos custos entre as soluções para escolha do traçado definitivo.

Cabe ao projetista desenvolver uma concepção de traçado característico a condição topográfica da cidade visando a diminuição das profundidades dos coletores e, conseqüentemente, a redução dos custos com movimentação de terra (DACACH, 1984).

Embora alguns autores cite a importância do traçado da rede coletora no dimensionamento, poucos são os que ressaltam a necessidade da realização de simulações de traçado que subsidiem a definição do caminhamento mais econômico para os projetos básico e executivo. Esse pode ser um dos motivos para que ainda sejam elaborados projetos com apenas 1(uma) alternativa de traçado da rede coletora de esgoto sanitário.

Desse modo, é importante a realização de trabalhos que relacionem o traçado da rede coletora de esgoto e o custo total das obras, estudando mais de uma alternativa de traçado em uma mesma área para, então, definir a alternativa mais econômica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foram utilizadas plantas topográficas do setor básico do Campus Guamá da UFPA, sendo, inicialmente, definidas as localizações das unidades de tratamento e destino final do esgoto coletado no Campus.

A partir da topografia da área foram traçadas, em planta A1, 3 (três) diferentes simulações de caminhamento da rede coletora de esgoto. Nessa atividade foi utilizado o Programa Autocad 2000 seguindo as recomendações da Norma Brasileira 9648 (1986).

No traçado dos coletores foi procurado sempre que possível, aproveitar o caimento natural do terreno. Os órgãos acessórios foram localizados no início de trechos e cruzamento de vias, obedecendo à distância máxima entre singularidades recomendada pela Norma Brasileira 9649 (1986), sendo todas as cotas do terreno em pontos importantes da rede registradas a partir do levantamento topográfico.

Em seguida foram identificados os coletores e seus respectivos trechos sendo atribuída numeração seqüencial crescente de montante para jusante.

Para facilitar o estudo das 3 (três) diferentes simulações de traçado foi utilizado o software para projetos de redes de esgoto sanitário - CEsg versão 7.0.1, destinado ao dimensionamento de redes de esgotos sanitários circulares e ao levantamento das quantidades de materiais e serviços necessário para a elaboração do orçamento das obras de construção da rede coletora de esgoto.

Vale ressaltar, que o software possui um banco de dados que permite o acesso e edição dos itens de composição de custos, necessitando que seja fornecido os preços dos materiais das tubulações, órgãos acessórios, pavimentos e

escoramento.

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros de projeto referentes às etapas de início e final de plano utilizadas no dimensionamento das 3 simulações da rede coletora de esgoto.

Tabela 1: Parâmetros de projeto

Plano	População (hab)	Consumo efetivo per capita (l/hab.dia)	Coefficiente de retorno	K1	K2
Início	1501	250	0,8	1,2	-
Final	1668	250	0,8	1,2	1,5

Foram utilizados os critérios hidráulicos recomendados pela NBR 9649 (1986), como vazão mínima de dimensionamento, diâmetro mínimo, taxa de infiltração, recobrimento mínimo, tensão trativa, velocidade crítica, velocidade máxima, relação Y/D e declividade mínima. Ver Tabela 2.

Tabela 2: Critérios hidráulicos e valores estabelecidos.

CRITÉRIOS HIDRÁULICOS	UNIDADE	VALORES
Vazão mínima	l/s	1,5
Diâmetro mínimo	mm	150
Taxa de Infiltração	l/s.km	0,50
Recobrimento mínimo	m	0,60
Tensão Trativa	Pa	1,0
Velocidade máxima	m/s	5,0
Declividade mínima	m/m	0,0045
Altura de Degrau	cm	65

No levantamento dos quantitativos de materiais calculado foram obtidas informações sobre o tipo de material empregado nas tubulações, órgãos acessórios, profundidades máximas e mínimas para a escolha do tipo de escoramento, tipo de aterro a ser realizado na vala e tipos de superfícies encontradas na área do Campus, na qual, foi previsto o assentamento da rede coletora de esgoto .

No trabalho foram definidas as tubulações de PVC vinilforte Tigre - NBR 7362 como material da rede de esgoto, bem como, foram previstos no início dos trechos os Tubos de Inspeção e Limpeza (TIL) e para os demais trechos Poços de Visita (PV). Além disso, foi prevista a utilização de aterro compactado, sendo considerado para o cálculo do volume de reaterro fator de empolamento de 30%.

Os preços médios utilizados para a elaboração do orçamento foram obtidos por meio de pesquisas de mercado com fornecedores de materiais na cidade de Belém e cotações de mão-de-obra e serviços, divulgadas na Revista Construção Mercado - PINI/janeiro de 2004, além de serem consideradas as leis e os encargos sociais no preço final dos insumos.

RESULTADOS

Para facilitar a identificação e comparação dos diferentes trechos entre as 3 simulações, foi definida a simulação 1 como base, sendo que os trechos comuns nas 3 simulações são identificados pela cor azul e os trechos diferentes em relação à simulação 1 (base) estão em vermelho. Nas Figuras 1, 2, e 3, são apresentadas as 3 (três) simulações de traçado da rede coletora de esgoto sanitário.

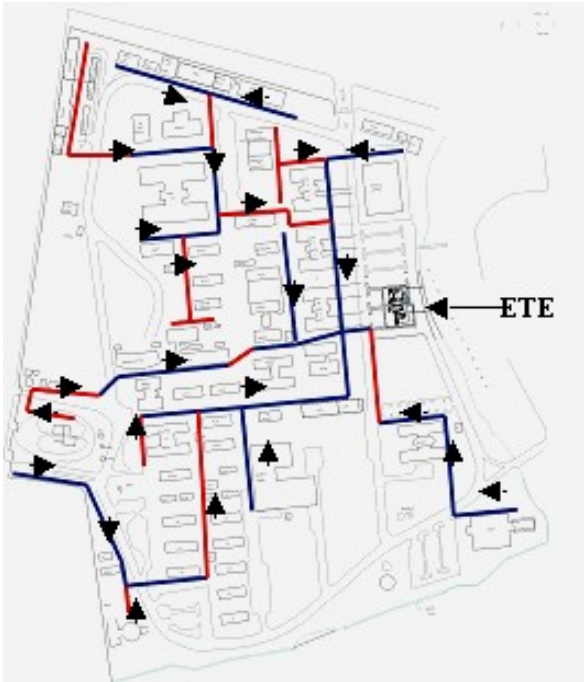
Figura 1: Simulação 1



Figura 2: Simulação 2



Figura 3: Simulação 3



Na Tabela 3 são apresentadas as informações de comprimento de rede (L) e profundidade (H) do PV na entrada na Estação de Tratamento de Esgoto para as 3 simulações.

Tabela 3: Comprimento de rede e profundidade de PV de chegada ETE.

Simulação	L (m)	H (m)
1	3304,94	4,32
2	3475,79	3,42
3	3585,01	3,30

Apesar da utilização de traçados diferentes, foi pequena a variação na extensão da rede coletora, contudo, na observação da profundidade da última singularidade (na entrada da ETE), a diferença foi acentuada, cerca de 1,02m (23,61%) entre as simulações 3 e 1 e 0,90m (20,83 %) entre as simulações 2 e 1.

Além disso, foi possível observar a redução nos volumes de escavação de aproximadamente 440,25m³ (8,89%) entre as simulações 2 e 1 e 695,84m³ (14,04%) entre as simulações 3 e 1, redução nos volumes de reaterro de aproximadamente 575,34 m³ (9,01%) entre as simulações 2 e 1 e 909,54 m³ (14,25%) entre as simulações 3 e 1, e redução nas áreas de escoramento de aproximadamente 1100,6m² (8,89%) entre as simulações 2 e 1 e 1739,5m² (14,04%) entre as simulações 3 e 1. Na Tabela 4 são apresentados os volumes e áreas para cada simulação.

Tabela 4: Volumes de escavação, reaterro e áreas de escoramento

Simulação	Escavação(m ³)	Reaterro (m ³)	Escoramento (m ²)
1	4957,14	6385,88	12392,8
2	4516,89	5810,54	11292,2
3	4261,30	5476,34	10653,3

Assim, a redução na profundidade do PV de entrada da ETE, bem como, do volume de escavação, reaterro e escoramento observados na simulação 3 reflete no custo de construção da rede coletora de esgoto, conforme pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4: Custo de construção nas 3 simulações

Simulação	Custo (R\$)
1	453.581,26
2	432.839,08
3	345.310,46

Vale ressaltar que de acordo com o dimensionamento hidráulico realizado para as 3 (três) simulações de traçado da rede coletora, o diâmetro das tubulações não ultrapassou o valor de 150mm e os critérios hidráulicos recomendados pela Norma 9649 (1986) foram atendidos.

CONCLUSÕES

Na simulação 3 foram obtidos menores volumes de serviços com movimentação de terra (escavação, reaterro, escoramento etc) resultando na redução do custo de construção da rede coletora e na profundidade do PV de entrada na Estação de Tratamento de Esgoto.

O menor custo construtivo aliado ao atendimento das normas técnicas (critérios hidráulicos) justificou a utilização da simulação 3 no projeto executivo do sistema de esgotamento sanitário do setor básico do Campus Guamá da Universidade Federal do Pará - UFPA

Com o trabalho foi possível concluir que o estudo de diferentes traçados deve sempre ser realizado nos projetos básico e executivo da rede coletora de esgoto sanitário, já que esse procedimento é fundamental para reduzir os custos de construção e facilitar a futura operação e manutenção do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. A SOBRINHO E TSUTIYA. Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário. Ed. São Paulo: Winner Graph. São Paulo, 1999.
2. CUALLA, R.A.L. Diseno de Acuedutos e Alcantarillados. 2ª ed. Colombia, 1998.
3. DACACH, N.G. Sistemas Urbanos de Esgoto. Rio de Janeiro : Ed. Guanabara dois, 1984.
4. FERNANDES, C. Esgotos Sanitários. 1ª ed. Ed. Universitária. Paraíba, 1997.
5. MASCARÓ, J.L. Desenho Urbano e Custos de Urbanização. Porto Alegre: D. C. Luzzato, 1989.
6. METCALFY & EDDY, TCHOBANOGLOUS,G. Wastewater Engineering – Collection and Pumping of Wastewater . McGraw Hill, New York, 1985.
7. NORMA BRASILEIRA 9648. Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto.
8. NORMA BRASILEIRA 9649. Projeto de Rede Coletora de Esgoto.
9. PINI. Revista Construção e Mercado. Jan, 2004.