

## DIMENSIONAMENTO DA REDE COLETORA DE ESGOTO DO BAIRRO OURO VERDE E COMPARAÇÃO COM O PROJETO CEDIDO PELA SANEPAR

**Marcelo De Julio** (Instituto Tecnológico de Aeronáutica). E-mail: [dejulio@ita.br](mailto:dejulio@ita.br)  
**Guilherme Peixoto Góes** (Universidade Estadual de Ponta Grossa). E-mail: [guilhermegoes@gmail.com](mailto:guilhermegoes@gmail.com)

**Resumo:** O presente trabalho aborda o ramo da engenharia sanitária, em especial uma análise sobre a rede coletora de esgoto do bairro Ouro Verde, em Ponta Grossa/PR, rede esta que foi construída pela empresa Rivadávia Clock & Cia Ltda, a serviço da SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná). O contrato em questão trata-se de uma rede de 42 km, em vários bairros de Ponta Grossa, o preço do metro é fechado, ou seja, independente da dificuldade de execução do trecho da rede coletora, o preço pago pela contratante é o mesmo. A obra teve recursos do Governo Federal e fez parte do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento), programa este que vem dando uma atenção muito especial ao saneamento básico. Teve um prazo inicial de 15 meses, (de execução dos 42 km de rede). O bairro Ouro Verde foi escolhido por este trabalho por oferecer um desafio maior para o dimensionamento, devido a seu relevo e a forma da rede (traçado em leque) e por propiciar fácil comparação entre a teoria e prática, sendo que durante a execução da obra, dificuldades surgem e o projeto precisa estar constantemente sendo adequado para sua melhor viabilidade, sendo o estudo em questão feito em paralelo com a execução da obra. Pôde-se propor novos caminhos e soluções para problemas de execução. Como foi um dos primeiros trechos executados, sendo feito em paralelo com o trabalho em questão, a comparação entre o previsto e o executado foi viável, assim como uma análise/comparação/crítica ao projeto cedido pela SANEPAR. Todo o esgoto coletado nesse bairro é levado para a Estação de Tratamento de Esgoto Tibagi, localizada no Núcleo Santa Marta-Santa Maria e faz parte da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi.

**Palavras-chave:** Rede Coletora de Esgoto; Ouro Verde; SANEPAR; Dimensionamento.

## DESIGN OF SANITARY SEWER COLLECTION OF OURO VERDE NEIGHBORHOOD AND COMPARISON WITH THE SANEPAR PROJECT

**Abstract:** The present work is about sanitary engineering, focusing on the analysis of Ouro Verde, Ponta Grossa City, Parana State, Brazil, sanitary sewer collection, which was built by Rivadávia Clock & Cia Ltda, working for Parana Sanitation Company (SANEPAR). The contract was to build 42 km of sanitary sewer, in a certain number of neighborhoods of Ponta Grossa City. The contract price is by meters of sewer, that is, independently of the problems to construct the sewer collection, the value to be paid by SANEPAR is the same. The work had federal funds and 15 months to be ready (the 42 km of sewer). The Ouro Verde neighborhood was selected for this paper to offer a bigger design challenge, due to this topography and shape, and to be easy to compare the theory and practice. During the work some difficulties appear and the project needs to be constantly adapted for its better viability. This study was done at the same time that the sanitary sewer was built. With this, it was possible to suggest new ways and solutions for the execution problems. As Ouro Verde neighborhood was one of the first zones to be made, the evaluation between the projected and performed was feasible, as well as a critic analysis of the SANEPAR project. All the wastewater collected in this neighborhood goes to Tibagi Wastewater Treatment Plant, placed at Santa Marta-Santa Maria locality, being part of Tibagi River Hydrographic Basin.

**Keywords:** Sanitary sewer; Ouro Verde; SANEPAR; Design.

### 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda das comunidades por sistemas de esgotamento sanitário resulta da necessidade de proteção da saúde pública e do meio ambiente, o que requer planejamento das ações, elaboração de projetos, obtenção de financiamentos e construção das unidades de coleta, elevação, tratamento e destino final (PEREIRA e SOARES, 2006).

Nesse contexto, é importante que os gestores públicos, engenheiros e outros profissionais entendam o sistema de esgotamento sanitário como um dos integrantes da infraestrutura urbana, tendo, ainda, a percepção de que a unidade de coleta de esgoto destaca-se

por ser, na maioria das vezes, a que demanda maior investimento, em razão da grande espacialização e movimentação de terra na área urbana.

A necessidade de afastamento dos dejetos e excrementos foi principalmente percebida após o homem adquirir hábitos sedentários e conviver em coletividade. Essa prática foi facilitada com a utilização de recipientes para acumular as fezes e urina, cujo transporte era realizado por homens e animais, com o lançamento desse material residual em terrenos ou em corpos d'água mais afastados.

Conforme comentado por Pereira e Soares (2006), com o crescimento das aglomerações urbanas, foi percebida a necessidade de soluções mais rápidas, eficientes e com menor utilização da força física de homens e animais.

Segundo Dacach (1984), a primeira galeria de drenagem foi construída no século 6 a.C., em Roma, para escoar a massa líquida retida em uma área pantanosa. Essa galeria, denominada de Cloaca Máxima, tinha paredes verticais, teto abobado, 800 m de extensão e 5 m de largura, indo do Fórum da cidade de Roma até o rio Tibre. Somente depois (5 a.C.) é que foram instalados condutos de barro para descarregar as águas servidas das habitações.

Posteriormente, a Cloaca Máxima de Roma também passou a receber águas pluviais e é considerada uma das primeiras obras para coleta e transporte de esgoto sanitário.

E mesmo desde longa data sendo reconhecida a importância fundamental do sistema de esgotamento sanitário para a promoção da saúde da população e manutenção das condições ambientais, até hoje, no século XXI, o homem ainda luta para universalizar este serviço básico para a sobrevivência da raça humana.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (Revista DAE, Boletim Eletrônico de 24/06/2009), o investimento em saneamento básico gera retorno econômico e justifica cada dólar investido. Atualmente estima-se que, 2,4 bilhões de pessoas no mundo não tenham acesso a saneamento básico, enquanto mais de 1 bilhão não tem água potável disponível. Os benefícios econômicos, dependendo da região do globo, podem ser de até 34 vezes o valor investido. Se for considerada a economia por conta da disponibilidade de água potável, dispensando tratamento com produtos químicos, pode-se chegar à poupança de 60 vezes o que for gasto para obter água limpa.

As populações que têm acesso a saneamento básico adoecem menos e terão uma vida mais produtiva. O retrato atual da falta de saneamento mostra que pelo menos mais de 1,5 milhão de pessoas morrem anualmente por não ter água potável e saneamento básico. Outras doenças estão associadas ao baixo índice de saneamento, como a malária que, por exemplo, mata quase 2 milhões de pessoas anualmente (Revista DAE, Boletim Eletrônico de 24/06/2009). Esses dados mostram de maneira definitiva que o investimento feito em saneamento básico se reverte não só em saúde para a população como também em economia de divisas para quem investe e no aumento da riqueza geral a partir da melhora da produtividade e da saúde.

Contudo, os governantes brasileiros (assim como de diversas outras partes do globo) ainda enxergam o saneamento como despesa e não investimento, e o pior, como obra enterrada que não gera votos. Neste contexto, projetos bem elaborados que conduzam a qualquer redução de custo para a implantação dos sistemas de saneamento são fundamentais para o convencimento dos tomadores de decisão, já que os argumentos apresentados anteriormente não vêm sendo suficientes.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos dimensionar a rede coletora de esgotos do Bairro Ouro Verde de Ponta Grossa/PR e, posteriormente, comparar com o projeto cedido pela SANEPAR.

## 3. METODOLOGIA

O Bairro Ouro Verde está localizado no município de Ponta Grossa, no Estado do Paraná, Brasil. Encontra-se na parte sudoeste da cidade, próximo à BR-376 e ao presídio Hildebrando de Souza, vizinho aos bairros de Santa Marta e Santa Maria e margeado pela córrego Santa Luíza.

Próximo a esta localidade, três bairros vizinhos possuem rede coletora de esgoto destacando-se o Jardim Santa Clara e o Núcleo Habitacional Santa Maria, redes que são ligadas a estação de tratamento de esgoto (ETE) Tibagi, próxima à região. Portanto, um interceptor existente está localizado nos limites do bairro, em local de altitude menor que todo o território em questão, logo facilitando assim a conexão da rede a ser executada no sistema já existente (assim como no projeto inicial).

Para o dimensionamento da rede coletora deste trabalho foram empregadas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo utilizadas diretamente apenas a NBR 9648 e NBR 9649 (ambas de 1986), por se tratar de uma rede coletora de médio porte, cuja interligação será feita a um interceptor existente (não necessitando empregar a NBR 12207 de 1989), não requerendo estação elevatória (condição normatizada pela NBR 12208 de 1989) e por já existir uma estação de tratamento de esgoto (norma NBR 12209 de 1990).

No dimensionamento foi empregada planilha eletrônica em excel (planilha de Cálculo Hidráulico), disponível para ‘download’ no site do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, assim como também foi seguido o roteiro e recomendações de projeto descritas em Tsutiya e Alem Sobrinho (2000).

Como este trabalho se trata de uma análise comparativa entre o projeto cedido pela SANEPAR e o aqui dimensionado, foi optado por consultar e, na medida do possível, seguir as normas da SANEPAR (que são mais restritivas), sendo assim possível uma comparação mais coerente entre os projetos. A SANEPAR possui uma norma interna, baseada na experiência de manutenção de redes coletoras e também de pesquisas efetuadas, relacionando o “custo x benefício” de algumas alternativas por ela usada. O resultado deste trabalho é a norma IT/OPE/1569-002 de 2008, Critério para Análise de Projeto Hidro-Sanitário para Loteamentos, Condomínios e Conjuntos Habitacionais, o qual também foi consultada.

Para a execução da rede coletora do bairro referido, a SANEPAR possuía um projeto, o qual foi fornecido aos autores deste trabalho, bem como o levantamento planialtimétrico do local.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Dimensionamento

O dimensionamento da rede coletora empregado neste trabalho (para ser comparado com o que fornecido pela SANEPAR) procurou sempre minimizar o volume de escavações do terreno para assentamento da rede, pois na experiência e como citado por Tsutiya e Alem Sobrinho (2000), a escavação é muito onerosa. Para diminuir custo, foi lançado mão de órgãos acessórios (como Caixa de Passagem – CP – e Terminal de Inspeção e Limpeza –

TIL) e diferentes traçados que o projeto inicial fornecido pela SANEPAR não utilizava. A planilha de Cálculo Hidráulico, utilizada no dimensionamento, a qual contém todos os acessórios utilizados e profundidade dos mesmos não foi apresentada em sua forma completa neste artigo, pois possui muitas páginas. Maiores detalhes, assim como todos os critérios e parâmetros adotados neste projeto podem ser consultados diretamente no Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do segundo autor, cuja cópia encontra-se na Biblioteca do Campus Uvaranas da UEPG (GÓES, 2008). Um parte desta planilha se encontra no Apêndice 1.

## 4.2. Comparação entre os projetos

O fato da rede dimensionada por este trabalho adotar parâmetros diferentes do projeto cedido pela SANEPAR, tais como a adoção de CP, TIL e diferente declividade mínima, faz que diferenças entre os projetos ocorram. A diferença entre os dois assim como a verificação da vida útil e se a rede dimensionada realmente comporta toda a vazão do bairro está relacionada a seguir.

### 4.2.1. Traçado da rede coletora

O traçado da rede coletora demonstrou-se muito parecido nos dois projetos, pois a topografia do bairro favorecia ao sistema pelos dois projetos propostos. Outro traçado necessariamente precisaria de grandes escavações ou de Estações Elevatórias de Esgoto (EEE).

A utilização de dois coletores tronco, um em cada margem do bairro, foi necessária para evitar escavações volumosas; esta solução foi utilizada nos dois projetos.

Observou-se apenas que pelo projeto cedido pela SANEPAR, a rede coletora não abrangia todos os lotes do bairro. Sendo o projeto do ano de 2002 e execução iniciada em 2008, alguns terrenos já possuem casas e não contam com rede coletora. No projeto por este trabalho realizado, foram dispostas redes em toda a extensão do bairro, para que este não precise ser modificado em um futuro breve.

### 4.2.2. Ponto de ligação com o interceptor existente

Inicialmente, o projeto cedido pela SANEPAR, indicava o Poço de Visita, PV-ex03, situado no cruzamento da Travessa da Lapa com a margem do Córrego Santa Luiza, cota de 825,566 metros em relação ao nível do mar para descarga da contribuição da rede coletora do Bairro Ouro Verde. Porém depois de uma sondagem feita no local, foi encontrada uma galeria de águas pluviais de 1,2m de altura, impossibilitando assim a união das redes.

Foi proposto por este trabalho, para minimizar custos com deslocamento da galeria, que a rede coletora do Bairro Ouro Verde desaguasse no PV-ex04, situado no cruzamento entre a Rua Pelicano e a margem do Córrego Santa Luiza, uma quadra ao Sul do PV-ex03, cota de 822,20 metros acima do nível do mar (este detalhe não foi mostrado neste artigo, pois para seu entendimento e visualização se faz necessário uma planta A1, não sendo possível transformá-la em A4; contudo, maiores informações podem ser consultadas em GÓES, 2008). Esta alternativa viabilizaria a união entre as redes sem que a galeria de águas pluviais fosse deslocada, minimizando assim os custos.

#### 4.2.3. Diâmetro da tubulação da rede coletora

O diâmetro mínimo utilizado foi de DN=150mm (conforme recomendação de TSUTIYA e ALEM SOBRINHO, 2000) e este foi utilizado tanto no projeto cedido pela SANEPAR, como no projeto por este trabalho realizado, demonstrando-se suficiente para toda a vazão. A maior relação (Y/D) de lâmina líquida, foi no coletor tronco 1-29 (que liga a rede do Bairro Ouro Verde ao Interceptor) ao fim do período de abrangência do projeto. Mesmo assim a relação foi de  $Y/D = 0,73$  (segundo NBR 9649 de 1986, a relação  $Y/D \leq 0,75$ ), suportando assim toda a contribuição, sempre se comportando como conduto livre (conforme pode ser visto no Quadro 1 do Apêndice 1).

#### 4.2.4. Diâmetro da tubulação do interceptor

Foi também verificado se o interceptor suportaria a vazão do Bairro Ouro Verde e demais áreas de influência ligadas ao mesmo.

Sendo a vazão final (Qf) do Bairro Ouro Verde igual a 16,34 L/s, e sabendo que o interceptor conta também com a contribuição de mais dois bairros (Santa Luiza e Santa Maria), com aproximadamente 400 ligações cada (previsão ao fim do período de abrangência do projeto), e verificado que o interceptor, possui tubulação DN=150 mm (já executado e em operação), este estará obsoleto conforme ocorra o crescimento dos bairros (Santa Maria e Santa Luiza).

Há também relatos de moradores e da própria SANEPAR que antes mesmo que a contribuição da rede coletora do Bairro Ouro Verde fosse ligada, o interceptor já apresentava dificuldades de escoar sua vazão, ocorrendo transbordamentos de PV.

Este trabalho sugere que seja revista a atual situação das redes contribuintes ao interceptor, assim como a previsão quanto à vida útil do projeto do mesmo, para que seja substituída a tubulação (ou então seja construído outro interceptor em paralelo) e não o obrigue a trabalhar como conduto forçado, prejudicando assim todo o funcionamento do sistema de coleta de esgotos daquela região.

#### 4.2.5. Profundidade de rede coletora

A profundidade média da rede por este trabalho dimensionado foi de 1,43m, com recobrimento de 1,28m. Já a rede do projeto cedido pela SANEPAR tem uma profundidade média de aproximadamente 1,60m, com recobrimento de 1,45m. Esta diferença está relacionada principalmente ao uso de CP e TIL pelo projeto realizado por este trabalho. Com a utilização destes acessórios, sempre que possível foi utilizado o recobrimento mínimo adotado (1,05m), subdividindo trechos maiores e minimizando escavações (conforme exemplo de um perfil mostrado na Figura 1 do Apêndice 2), o que representa um custo significativo no total da obra. Neste trabalho, sempre que possível, foi utilizado a declividade mínima (0,0045 m/m); um exemplo da adoção da declividade mínima pode ser verificado na Figura 2 do Apêndice 2.

Porém a SANEPAR alega que CP e TIL oneram muito a manutenção das redes coletoras, principalmente se a manutenção for feita manualmente. As CP's não possibilitam visita nem inspeção e podem com o tempo acumular gorduras em suas bordas.

Observou-se também que a declividade mínima utilizada pelo projeto cedido pela SANEPAR é de 0,0026 m/m, e não foi adotada por este trabalho, por tratar-se de uma declividade muito baixa e não atender a condição de Tensão Trativa maior ou igual a 1,0 Pa

pelo menos uma vez por dia para promover a auto-limpeza (conforme preconiza a NBR 9649 de 1986). Além disto, com esta declividade muito baixa a execução da rede se torna muito difícil. Na Figura 3 do Apêndice 2 tem-se um exemplo do exposto.

#### 4.2.6. Disposição e quantidade de acessórios de inspeção e limpeza

Observou-se que no projeto cedido pela SANEPAR, nem sempre o limite de 100 metros foi obedecido. Alguns trechos de baixa declividade e traçado linear tiveram acessórios dispostos em até 130m. Também observou-se que para a mudança de traçado, foram utilizados PV (Poço de Visita) e TIL que oneram ainda mais a rede coletora. Pelo projeto deste trabalho realizado, foram adotadas CP em mudanças de direção menor que 45°, conforme prevê a norma NBR 9649 da ABNT (exemplo na Figura 3 do Apêndice 2).

A SANEPAR utilizou PV's em trechos com profundidades maiores que 1,5m, fato que aumentou em muito a ocorrência dos mesmos.

O projeto por este trabalho dimensionado utilizou TIL, em trechos com profundidade até 3,0m (conforme prevê a NBR 9649 de 1986), em detrimento do projeto cedido pela SANEPAR que utilizava TIL até apenas 1,5m. Essa diferença de critérios diminuiu também o número de PV's na rede, sendo estes de custo maior que o TIL; o custo também pode ser minimizado neste ponto.

## 5. Conclusão

O relevo do bairro Ouro Verde direciona o traçado da rede coletora para uma determinada solução, independente dos critérios adotados. Somente a utilização de Estações Elevatórias de Esgoto poderia modificar um pouco esta realidade, fato que não é interessante financeiramente.

A parte financeira é determinante de todas as ações da SANEPAR; esta direciona sua rede coletora para que se tornem viáveis financeiramente, ou seja, logo depois de pronta, a rede possa se manter. Por isso alguns terrenos não ocupados no instante que a rede é executada não dispõem de rede coletora, diferentemente do projeto proposto, o qual prevê rede coletora para todos os lotes.

A profundidade média da rede por este trabalho dimensionada foi de 1,43m, com recobrimento de 1,28m. Já a rede do projeto cedido pela Sanepar, tem uma profundidade média de aproximadamente 1,60m, com recobrimento de 1,45m.

Observa-se também que a experiência por parte da SANEPAR na manutenção permanente das redes coletoras permite uma série de medidas desde o início da concepção de um projeto (tais como adoção de PV's já em profundidades de 1,5m e não utilização CP's). A SANEPAR, tendo o conhecimento da sua própria estrutura para manutenção, direciona a rede coletora para situações que a empresa julga ser viável.

Por fim, conclui-se que uma rede coletora de esgoto sendo elaborada minuciosamente pode apresentar soluções menos custosas e trabalhosas. Cada trecho deve ser analisado separadamente e depois disposto num contexto global para então se adotar a solução final. Nem sempre a solução aparentemente menos custosa, ou inicialmente mais viável é aquela que trará um funcionamento melhor e menos oneroso da rede. Cada concessionária de saneamento deve antes de projetar uma rede coletora, ter o conhecimento de sua própria estrutura e possuir uma base de dados, para que sendo assim ela possa saber projetar o traçado de rede e utilizar os acessórios que realmente trarão benefício ao funcionamento da rede e

menor custo tanto na execução quanto na manutenção.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648 – Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário.** 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649 – Projeto de redes de esgoto sanitário.** 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12 207 – Projeto de Interceptores de Esgoto Sanitário.** 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12 208 – Projeto de Estações Elevatórias de Esgoto Sanitário.** 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12 209 – Projeto de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.** 1990.

DACACH, N.G. **Sistemas urbanos de esgoto.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 257p. 1984.

Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP. Planilha de Cálculo Hidráulica para Dimensionamento. < <http://www.poli.usp.br/phd> > Acesso em 10/04/2008.

GÓES, G.P. **Dimensionamento da rede coletora de esgoto do Bairro Ouro Verde e comparação com o projeto cedido pela SANEPAR.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Departamento de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008.

PEREIRA, J.A.R.; SOARES, J.M. **Rede Coletora de Esgoto Sanitário: Projeto, Construção e Operação.** Belém: NUMA, UFPA, EDUFPA, GPHS/CT, 296 p, 2006.

Revista DAE. Boletim Eletrônico nº 188 de 24 de junho de 2009. Disponível em: < [http://www.revistadae.com.br/novosite/noticias\\_interna.php?id=1244](http://www.revistadae.com.br/novosite/noticias_interna.php?id=1244) > Acesso em 24/06/2009.

SANEPAR. **Critérios para Análise de Projeto Hidro-Sanitário para Loteamentos, Condomínios e Conjuntos Habitacionais.** IT/OPE/1569-002. 11p., 2008.

TSUTIYA, M.T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário.** 2 ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 548p., 2000.

PVm - PVj (Trecho)	Extensão ( m )	Taxa de Contr. Lin. ( 1 / s km )	Contr.do Trecho ( 1 / s )	Vazão a Montante ( 1 / s )	Vazão a Jusante ( 1 / s )	Diâmetro ( mm )	Declividade ( m/m )	Cota do Terreno ( m )	Cota do Coletor ( m )	Prof. do Coletor ( m )	Lâmina Líquida ( Y/D )	Prof. da Singular. a Jusante ( m )	Vi (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Vc (m/s)	Obs.			
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Final	Final				Final	Final	Vf (m/s)
		Final	Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final								
11-2	75,25	1,470	0,111	0,079	0,190	150	0,0045	841,550	839,764	1,786	0,26	2,071	0,41	1,01	2,83				
		2,170	0,163	0,117	0,280			841,500	839,429	2,071	0,26		0,41						
1-11	10,00	1,470	0,015	2,499	2,514	150	0,0342	841,842	840,642	1,200	0,20	2,071	0,99	6,24	2,76	tubo de queda de 0,871m			
		2,170	0,022	3,688	3,710			841,500	840,300	1,200	0,25		1,10						
1-12	44,00	1,470	0,065	2,871	2,936	150	0,0609	841,500	840,300	2,071	0,19	1,788	1,26	10,47	2,65	degrau 0,588m			
		2,170	0,095	3,990	4,085			839,409	837,621	1,200	0,22		1,39						
12-1	30,00	1,470	0,044	0,000	0,044	150	0,0732	841,605	840,405	1,200	0,13	1,200	1,11	8,96	2,08				
		2,170	0,065	0,000	0,065			839,409	838,209	1,200	0,13		1,11						
12-2	20,00	1,470	0,029	0,044	0,073	150	0,0590	840,665	839,465	1,200	0,14	1,200	1,02	7,58	2,13				
		2,170	0,043	0,065	0,108			839,485	838,285	1,200	0,14		1,02						
12-3	80,00	1,470	0,118	0,073	0,191	150	0,0049	839,485	838,285	1,200	0,25	1,200	0,43	1,09	2,80				
		2,170	0,174	0,108	0,282			839,091	837,891	1,200	0,25		0,43						
12-4	60,00	1,470	0,088	0,191	0,279	150	0,0045	839,091	837,891	1,200	0,26	1,788	0,41	1,02	2,83				
		2,170	0,130	0,282	0,412			839,409	837,621	1,788	0,26		0,41						
13-1	103,00	1,470	0,151	0,000	0,151	150	0,0043	839,725	837,723	2,002	0,26	2,05	0,41	0,99	2,84				
		2,170	0,224	0,000	0,224			839,325	837,275	2,050	0,26		0,41						
13-2	100,00	1,470	0,147	0,151	0,298	150	0,0045	839,325	837,275	2,050	0,26	2,323	0,41	1,02	2,83				
		2,170	0,217	0,224	0,441			839,148	836,825	2,323	0,26		0,41						
1-13	9,00	1,470	0,013	3,215	3,228	150	0,0044	839,409	837,621	1,788	0,39	2,323	0,51	1,39	3,56	tubo de queda de 0,755m			
		2,170	0,020	4,497	4,517			839,148	837,581	1,567	0,47		0,56						
1-14	45,00	1,470	0,066	3,526	3,592	150	0,0068	839,148	836,825	2,323	0,37	1,896	0,61	2,04	3,49	tubo de queda de 0,696m			
		2,170	0,098	4,958	5,056			837,720	836,520	1,200	0,44		0,67						
14-1	91,00	1,470	0,134	0,000	0,134	150	0,0074	838,147	836,947	1,200	0,23	1,200	0,49	1,50	2,68				
		2,170	0,197	0,000	0,197			837,474	836,274	1,200	0,23		0,49						
14-2	100,00	1,470	0,147	0,134	0,281	150	0,0045	837,474	836,274	1,200	0,26	1,896	0,41	1,02	2,83				
		2,170	0,217	0,197	0,414			837,720	835,824	1,896	0,26		0,41						
15-1	104,00	1,470	0,153	0,000	0,153	150	0,0073	838,400	836,860	1,540	0,23	1,470	0,49	1,49	2,68	degrau 0,23m			
		2,170	0,226	0,000	0,226			837,341	836,101	1,240	0,23		0,49						
15-2	100,00	1,470	0,147	0,153	0,300	150	0,0045	837,341	835,871	1,470	0,26	1,939	0,41	1,02	2,83				
		2,170	0,217	0,226	0,443			837,360	835,421	1,939	0,26		0,41						

## APÊNDICE 1 - EXEMPLOS DA PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO

Quadro 1 - Planilha mostrando os acessórios utilizados para diminuição da profundidade da rede, tubos de queda e degraus.

Quadro 1 (continuação) - Mostra mais acessórios utilizados para diminuição do volume escavado. (Caixa de Passagem, Tubos de Queda e Degraus).

Pvm - PVj (Trecho)	Extensão ( m )	Taxa de Contr. Lin. ( 1/ s km )	Contr.do Trecho ( 1/ s )	Vazão a Montante ( 1/ s )	Vazão a Jusante ( 1/ s )	Diâmetro ( mm )	Declividade ( m/m )	Cota do Terreno ( m )	Cota do Coletor ( m )	Prof. do Coletor ( m )	Lâmina Líquida ( Y/D )	Prof. da Singular. a Jusante ( m )	Vi (m/s)	Tensão Trativa ( Pa )	Vc (m/s)	Obs.
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Vf (m/s)			
		Final	Final	Final	Final			Final	Final	Final	Final	Final				
1-1	20,00	1,470	0,029	0,000	0,029	150	0,0465	862,200	861,000	1,200	0,15	1,350	0,94	6,30	2,19	
		2,170	0,043	0,000	0,043			861,420	860,070	1,350	0,15		0,94			
1-2	20,00	1,470	0,029	0,029	0,058	150	0,0660	861,420	860,070	1,350	0,13	1,350	1,07	8,27	2,10	
		2,170	0,043	0,043	0,086			860,100	858,750	1,350	0,13		1,07			
1-3	100,00	1,470	0,147	0,058	0,205	150	0,0050	860,100	858,750	1,350	0,25	2,560	0,43	1,11	2,80	tubo de queda de 0,81m
		2,170	0,217	0,086	0,303			860,000	858,250	1,750	0,25		0,43			
1-4	82,50	1,470	0,121	0,205	0,326	150	0,0552	860,000	857,440	2,560	0,14	1,200	1,00	7,19	2,15	
		2,170	0,179	0,303	0,482			854,090	852,890	1,200	0,14		1,00			
2-1	18,67	1,470	0,027	0,000	0,027	150	0,1678	856,700	855,500	1,200	0,11	1,753	1,48	17,04	1,89	degrau de 0,553m
		2,170	0,041	0,000	0,041			853,568	852,368	1,200	0,11		1,48			
3-1	47,00	1,470	0,069	0,000	0,069	150	0,0168	855,880	854,680	1,200	0,19	1,526	0,66	2,86	2,45	degrau de 0,326m
		2,170	0,102	0,000	0,102			855,090	853,890	1,200	0,19		0,66			
3-2	40,00	1,470	0,059	0,069	0,128	150	0,0392	855,090	853,564	1,526	0,15	1,546	0,89	5,52	2,23	
		2,170	0,087	0,102	0,189			853,541	851,995	1,546	0,15		0,89			
3-3	40,00	1,470	0,059	0,128	0,187	150	0,0045	853,541	851,995	1,546	0,26	1,753	0,41	1,02	2,83	
		2,170	0,087	0,189	0,276			853,568	851,815	1,753	0,26		0,41			
4-1	15,00	1,470	0,022	0,000	0,022	150	0,0604	855,319	854,119	1,200	0,14	1,200	1,03	7,72	2,12	
		2,170	0,033	0,000	0,033			854,413	853,213	1,200	0,14		1,03			
4-2	44,00	1,470	0,065	0,022	0,087	150	0,0370	854,413	853,213	1,200	0,15	1,200	0,87	5,28	2,24	
		2,170	0,095	0,033	0,128			852,785	851,585	1,200	0,15		0,87			
5-1	20,00	1,470	0,029	0,000	0,029	150	0,0483	855,010	853,364	1,646	0,14	2,431	0,96	6,49	2,18	
		2,170	0,043	0,000	0,043			854,829	852,398	2,431	0,14		0,96			
5-2	80,00	1,470	0,118	0,029	0,147	150	0,0262	854,829	852,398	2,431	0,17	1,700	0,77	4,04	2,33	CP p/ mudança de declividade
		2,170	0,174	0,043	0,217			852,000	850,300	1,700	0,17		0,77			
5-3	20,00	1,470	0,029	0,147	0,176	150	0,0049	852,000	850,300	1,700	0,25	1,790	0,43	1,10	2,80	

		2,170	0,043	0,217	0,260			851,991	850,201	1,790	0,25		0,43		
2-2	10,00	1,470	0,015	0,214	0,229	150	0,1614	853,568	851,815	1,753	0,11	1,790	1,46	16,54	1,90
		2,170	0,022	0,317	0,339			851,991	850,201	1,790	0,11		1,46		
6-1	28,00	1,470	0,041	0,000	0,041	150	0,0466	854,646	851,841	2,805	0,15	2,825	0,94	6,32	2,19
		2,170	0,061	0,000	0,061			853,360	850,535	2,825	0,15		0,94		

Quadro 1 (continuação) - Mostra que o diâmetro utilizado para o dimensionamento é o ideal, pois comporta toda a vazão do bairro e atende a condição de lâmina d'água (Y/D) = 0,73.

PVM - PVj (Trecho)	Extensão ( m )	Taxa de Contr. Lin. (1/ s km )	Contr.do Trecho (1/ s )	Vazão a Montante (1/ s )	Vazão a Jusante (1/ s )	Diâmetro ( mm )	Declividade ( m/m )	Cota do Terreno ( m )	Cota do Coletor ( m )	Prof. do Coletor ( m )	Lâmina Líquida (Y/D)	Prof. da Singular. a Jusante ( m )	Vi (m/s)	Tensão Trativa (Pa)	Vc (m/s)	Obs.
		Inicial	Inicial	Inicial	Inicial			Inicial	Inicial	Inicial	Inicial	Vf (m/s)				
		Final	Final	Final	Final			Final	Final	Final						
1-23	9,00	1,470	0,013	5,808	5,821	150	0,0174	830,963	829,663	1,300	0,37	1,200	0,99	5,27	3,51	
		2,170	0,020	8,348	8,368			830,706	829,506	1,200	0,45		1,09			
1-24	44,00	1,470	0,065	6,006	6,071	150	0,0119	830,706	829,506	1,200	0,42	1,200	0,87	3,96	3,67	
		2,170	0,095	8,552	8,647			830,181	828,981	1,200	0,51		0,95			
26-1	64,00	1,470	0,094	0,000	0,094	150	0,0447	833,045	831,845	1,200	0,15	1,200	0,93	6,12	2,20	
		2,170	0,139	0,000	0,139			830,181	828,981	1,200	0,15		0,93			
27-1	40,00	1,470	0,059	0,000	0,059	150	0,0304	833,152	831,952	1,200	0,16	1,200	0,81	4,53	2,29	c.p p/ mudar declividade
		2,170	0,087	0,000	0,087			831,936	830,736	1,200	0,16		0,81			
27-2	35,00	1,470	0,051	0,059	0,110	150	0,0552	831,936	830,736	1,200	0,14	1,200	1,00	7,20	2,15	
		2,170	0,076	0,087	0,163			830,004	828,804	1,200	0,14		1,00			
1-25	9,00	1,470	0,013	6,165	6,178	150	0,0197	830,181	828,981	1,200	0,37	1,200	1,05	5,94	3,50	
		2,170	0,020	8,691	8,711			830,004	828,804	1,200	0,44		1,15			
1-26	46,00	1,470	0,068	6,288	6,356	150	0,0178	830,004	828,804	1,200	0,38	1,200	1,02	5,55	3,55	
		2,170	0,100	8,874	8,974			829,185	827,985	1,200	0,47		1,11			
28-1	76,00	1,470	0,112	0,000	0,112	150	0,0379	832,068	830,868	1,200	0,15	1,200	0,88	5,38	2,24	
		2,170	0,165	0,000	0,165			829,185	827,985	1,200	0,15		0,88			
1-27	13,00	1,470	0,019	6,468	6,487	150	0,0050	829,185	827,985	1,200	0,56	1,693	0,64	2,01	3,97	
		2,170	0,028	9,139	9,167			829,620	827,920	1,700	0,71		0,68			
1-28	104,00	1,470	0,153	6,487	6,640	150	0,0550	829,620	827,920	1,700	0,29	1,200	1,55	13,79	3,20	
		2,170	0,226	9,167	9,393			823,400	822,200	1,200	0,35	1,200	1,70			

1-29	70,00	1,470	0,103	11,302	11,405	150	0,0150	823,400	822,200	1,200	0,56	1,670	1,11	6,05	3,98	degrau de 0,22m
		2,170	0,152	16,189	16,341			822,600	821,150	1,450	0,73		1,19			

APÊNDICE 2

Figura 1 – Exemplo de utilização de acessórios (TIL) para redução da profundidade da rede.

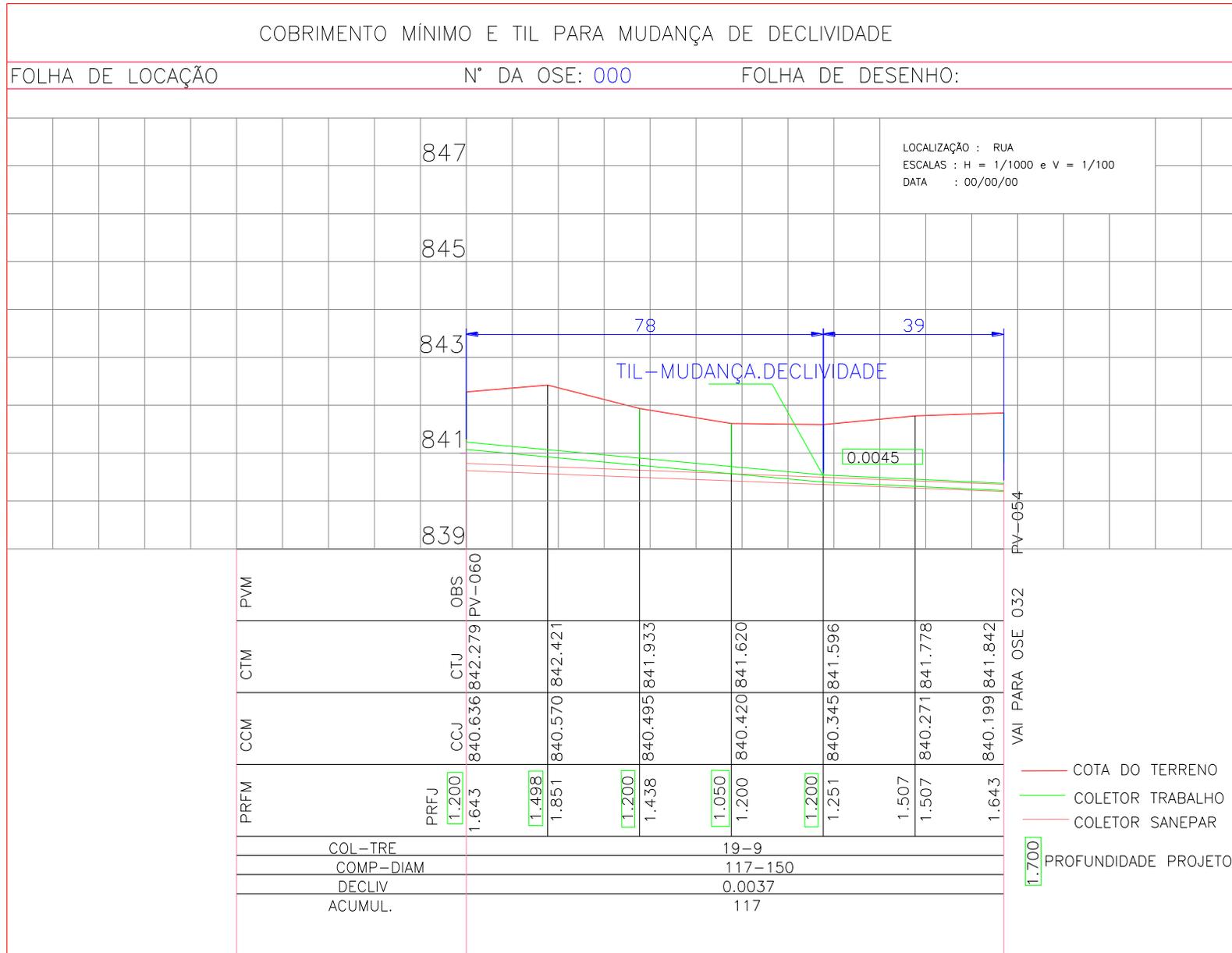


Figura 2 – Exemplo do emprego da declividade mínima sempre que possível para redução da profundidade da rede.

