

Diretoria de Operação do Interior – DOI
Gerência de Engenharia e Serviços – I-GES
Divisão de Desenvolvimento e Gestão de Perdas do Interior – I-DDG

PROJETO TÉCNICO

SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO INTERIOR

Extensão de Rede de Distribuição – Santa Leopoldina/ES

B-056-000-80-5-MD-0001

abril/2010

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	3
2. CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE.....	3
2.1. Localização.....	3
2.2. Relevo	4
2.3. Hidrografia.....	4
2.4. Clima	4
2.5. Características Sócio-econômicas	4
3. METODOLOGIA.....	4
3.1. Levantamento Topográfico.....	4
3.2. Cadastro.....	5
3.3. Estimativa Populacional	5
3.4. Situação Atual do Atendimento da CESAN	5
4. ESTUDO DE DEMANDA.....	5
4.1. Traçado da Rede Projetada.....	5
4.2. Parâmetros Adotados.....	6
4.3. Projeção Populacional.....	6
4.4. Vazões de Projeto	7
4.5. Diâmetro da Rede Projetada	7
4.6. Perdas de Carga	8
4.6.1 - Vazão Calculada x Vazão Máxima	8
5. SUBSTITUIÇÃO DE TRECHO DE REDE EXISTENTE	9
6. TRAVESSIA SOB RODOVIA ES355 (GALERIAS).....	9
7. TRAVESSIA SOB PONTE.....	10
8. BOOSTER BAIRRO FUNIL	10
8.1. Demanda projetada	10
8.2. Booster existente.....	11
9. OBSERVAÇÕES GERAIS.....	12
10. PRESCRIÇÕES TÉCNICAS.....	12
10.1. Rede de Distribuição.....	12
11. CONCLUSÃO	14

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento a solicitação da Diretoria de Operação do Interior (DOI) feita através do processo da CESAN protocolado na unidade **974**, ano **2008**, número **03244**, apresentamos projeto de extensão da rede de distribuição de água para o Bairro Funil, na sede do município de Santa Leopoldina.

O objetivo deste trabalho é atender as economias do Bairro Funil no trecho que segue pelo asfalto da Rodovia ES355 (Dr. Afonso Schwab) do km 37,55 ao km 39,45.

Atualmente os moradores desta região utilizam água diretamente do Rio Santa Maria sem nenhum tipo de tratamento.

Para o desenvolvimento deste trabalho alguns estudos/consultas se fizeram necessárias, incluindo:

- Norma de uso da faixa de domínio do DER-ES;
- Levantamento topográfico planialtimétrico do município (Empresa Maplan);
- Estudo de demanda;
- Proposição de melhorias e ampliações no sistema existente.

2. CARACTERÍSTICAS DA COMUNIDADE

2.1. Localização

A cidade está localizada a 46 km da capital do estado, e seu acesso é através das Rodovias ES 080 - BR 101 - ES 264 - ES 355 - ES 368 - ES 060. Sua latitude (s) é 20°06'04" e sua Longitude (W.Gr): 40°31'47".

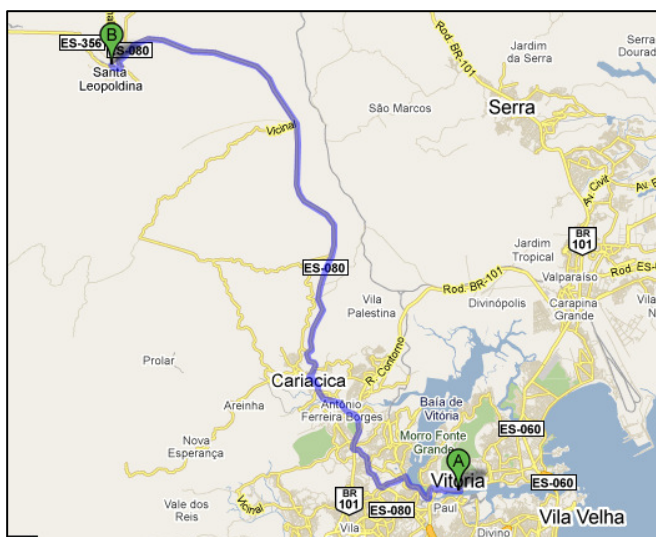


Figura 3.1 – Acesso à cidade de Santa Leopoldina.

2.2. Relevo

O município fica no vale das montanhas e abriga ainda uma cobertura florestal de 12% da mata atlântica e uma planície de encosta, que ajuda na valorização tropical de clima úmido, deste modo favorece o ecossistema nos passeios ecológicos. Santa Leopoldina preserva espécies remanescentes da vegetação original e guarda as conhecidas madeiras de lei da localidade.

2.3. Hidrografia

O Rio Santa Maria com as suas famosas quedas de águas que descem das montanhas, formando extensa correnteza saltitante. São as famosas Cachoeiras da fumaça I e da Fumaça II, Cachoeira Véu da Noiva, com quedas de 100 metros de altitude, contribuem bastante para o abastecimento das hidrelétricas do Estado e a força do turismo da região.

2.4. Clima

O clima é ameno, com chuvas nos meses de novembro a março. A temperatura média anual de 22,3° C.

2.5. Características Sócio-econômicas

O Município tem uma boa extensão territorial, com uma área de 724 km², porém sua sede é pequena, já que a grande maioria da população se concentra na zona rural. São aproximadamente 13.000 habitantes, divididos em 80% na zona rural e 20% na zona urbana do Município.

A maioria dos habitantes atua no trato da terra, principalmente entre os mais antigos a cultura desenvolvida é a agricultura do tipo familiar.

A venda da produção está direcionada para a região da Grande Vitória, por isso a população do interior tem uma maior demanda por estradas em condições de tráfego, sobrepondo às outras demandas por saúde, educação e assistência social.

3. METODOLOGIA

3.1. Levantamento Topográfico

O levantamento topográfico planialtimétrico do município foi realizado pela Empresa Maplan Aerolevantamentos S/A através do contrato nº 227/2008.

3.2. Cadastro

O cadastro da rede de distribuição existente no Município está datado de 1997, ou seja, encontra-se desatualizado. Para elaboração deste projeto foi feito levantamento parcial *in loco*, contemplando apenas as redes existentes, que pudessem ser influenciadas ou influenciar o novo trecho de rede a ser dimensionado.

3.3. Estimativa Populacional

Foram utilizados para estimativa do número de habitantes da sede do município os dados do IOS – Informações Operacionais do Interior. E para o estudo da presente demanda foi feito levantamento *in loco*, baseado no número de economias atendidas pela CESAN e considerando ainda que cada economia possua 5 habitantes.

3.4. Situação Atual do Atendimento da CESAN

A CESAN atende a sede do Município de Santa Leopoldina com abastecimento de água tratada de acordo com os números apresentados abaixo informados pelo Sincop (Sistema de Informações do Controle Operacional):

Item	Número		Dens. Dem.	Tx Ocup (%)	Tempo Oper. (h/dia)	Ind. Perdas		População	
	Ligações (Un)	Economias (Un)				Distribuição (%)	Produção (%)	Coberta (Un)	Existente (Un)
Total	891	983	3.17	0.7757	24	21.5	7.2	2 419	2 529

Tabela 3.1 – Situação Atual do Município

4. ESTUDO DE DEMANDA

4.1. Traçado da Rede Projetada

Para extensão da rede de abastecimento de água para o trecho solicitado neste processo, o ponto indicado para interligação será o booster existente do Bairro Funil, localizado na Rodovia ES355 km 39,45.

A interligação será feita no booster, porque o ponto mais próximo localizado na entrada da ponte que está numa rede de PVC DN50 mm será substituído por tubulação em ferro fundido DN 75mm, conforme detalhado ao longo deste memorial.

O caminhamento da rede projetada foi definido com base:

- No levantamento topográfico planialtimétrico;
- No caminhamento existente de adutora de água bruta do município, porém afastado desta 60 cm externamente;
- nas normas do DER-ES, uma vez que a rede tangenciará a Rodovia Estadual ES355, e por isso deverá ser executada de acordo com este órgão.

A profundidade da tubulação, que seguirá o traçado do terreno, será em média 1,50 m conforme exigido por norma do DER-ES, porém em alguns locais esse valor será alterado para mais ou menos de acordo com a declividade estabelecida para o traçado.

OBS.: Devido a ausência de sondagem para verificação do terreno, informamos que caso haja materiais rochosos em algum trecho da rede, este deverá ser executado em ferro fundido.

4.2. Parâmetros Adotados

▪ Consumo Per Capita (residências)*	185 l/hab.dia
▪ Coeficiente de Maior Demanda Diária (k1)	1,2
▪ Coeficiente de Maior Demanda Horária (k2)	1,5
▪ Nº de habitantes por economia	5,0 hab/economia
▪ Tempo de operação do sistema	24 horas
▪ Taxa de Crescimento Geométrico (IBGE)	1,76 %aa
▪ Horizonte de Projeto	20 anos

**Fonte: IOS dezembro-2009*

4.3. Projeção Populacional

A população inicial no Bairro Funil foi estimada pelo número de economias, obtido através de levantamento in loco.

O número de economias deste trecho localizado na rodovia ES355 (margem direita do Rio), atualmente são 20 unidades. Adotando-se 5 hab/economia, tem-se uma população estimada em 2010 de 100 habitantes. Porém será feita uma projeção populacional para 20 anos com intuito de prever um crescimento considerado natural para região.

Para isso considerou-se um crescimento geométrico de 1,76% aa com base em estudos feitos pelo IBGE. Sendo assim, a projeção populacional segue demonstrada abaixo:

LIGAÇÕES						
Usuários		Nº Economias	Consumo per capita (l/hab.d)	Taxa Crescimento	População Inicial	População Final
1	Sede (total)	983.00	185.00	1.76%	2 418.00	3 428.00
2	Bairro Funil (demanda atual)	20.00	185.00	1.76%	100.00	142.00

Tabela 4.1 – Projeção da população

4.4. Vazões de Projeto

A tabela abaixo representa a vazão de projeto referente ao trecho de rede a ser estendido:

DEMANDAS DE DISTRIBUIÇÃO										
Usuários		Consumo Per Capita (l/hab.dia)	Início de Plano (2010)				Fim de Plano (2030)			
			População	Consumo Médio (l/s)	Demanda Diária (l/s)	Demanda Horária (l/s)	População	Consumo Médio (l/s)	Demanda Diária (l/s)	Demanda Horária (l/s)
1	Domiciliar	185	100.00	0.2	0.3	0.4	142.00	0.3	0.43	0.613
TOTAL			100.00	0.2	0.3	0.4	142.00	0.3	0.4	0.613

Tabela 4.2 – Vazão de projeto

4.5. Diâmetro da Rede Projetada

Pela fórmula de Bresse pode mos dimensionar o diâmetro comercial mínimo necessário, qual seja:

$$D_{\text{mín.}} = K \cdot \sqrt[3]{Q}$$

Sendo:

$$K = 1.2$$

$$Q = 0.000613 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D_{\text{mín.}} = 1.2 \cdot \sqrt[3]{0.000613}$$

$$D_{\text{mín.}} = 0.030\text{m}$$

$$D_{\text{mín. adot}} = 50 \text{ mm}$$

Importante observar que a extensão da rede (calculada) será feita em tubo PVC classe 15 DN50, no entanto, como será demonstrado a diante, em função da pressão exercida na rede logo na saída do booster, o trecho que antecede essa extensão deverá ser substituída por tubo em ferro fundido DN75.

4.6. Perdas de Carga

Para o cálculo de perdas de carga contínua na tubulação, foi utilizada a equação de Hazzen-Willians abaixo:

$$H_f = \frac{10,643}{C^{1,85}} \frac{L}{D^{4,87}} Q^{1,85}, \text{ onde :}$$

H_f = perda de carga contínua em metros;

C = coeficiente de rugosidade;

D = diâmetro da tubulação em metros;

Q = vazão no trecho em m^3/s ;

L = comprimento do trecho em metros.

$$H_f = 10,643 \times 1.915 \times (2,21/3.600)^{1,85} / 110^{1,85} \times 0,0532^{4,87}$$

$$H_f = 6,19 \text{ mca}$$

4.6.1 - Vazão Calculada x Vazão Máxima

A demanda atual da área para qual a rede será estendida é de 0,4 l/s, com a projeção para os próximos anos estima-se que este valor passe para 0,613 l/s. Este valor equivale a uma tubulação de diâmetro de 38mm, porém será adotada uma tubulação de diâmetro de 50 mm por ser o diâmetro mínimo exigido segundo NBR 12218.

Para este diâmetro apresenta-se a vazão máxima a ser alcançada pelas condições descritas acima:

$$V_{\text{máx}} = 0,6 \text{ m/s}$$

$$A = p D^2/4$$

$$A = p * (0.050)^2 / 4$$

$$A = 0.0020 \text{ m}^2$$

$$Q_{\text{máx.}} = 0.6 * 0.0020$$

$$Q_{\text{máx.}} = 0.0012 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{máx.}} = 1,20 \text{ l/s}$$

Sendo assim, constata-se que a vazão máxima alcançada em virtude do diâmetro adotado de 50 mm excede a demanda calculada para o trecho, inclusive considerando a projeção para 20 anos, isso torna a condição de operação favorável.

5. SUBSTITUIÇÃO DE TRECHO DE REDE EXISTENTE

Em função da pressão inserida na rede pelo conjunto moto-bomba do Booster do Bairro Funil, necessária ao abastecimento de água dos pontos mais altos do bairro, deverá ser feita a substituição do trecho de rede existente em PVC DN 50 para tubos de ferro fundido DN 75. O trecho em questão tem aproximadamente 584 m, com início no Booster do bairro funil localizado na estaca 0 e fim na estaca 29 + 3,36m (*indicadas no projeto nº B-056-000-80-5-XX-0005*).

6. TRAVESSIA SOB RODOVIA ES355 (GALERIAS)

O novo trecho de rede de água seguirá tangenciando o lado esquerdo da Rodovia ES355 (sentido Vitória x Santa Maria de Jetibá) e terá três pontos de distribuição para as residências localizadas no lado direito da Rodovia. Esses pontos estão localizados nas seguintes galerias existentes:

- Galeria 1 – estaca 38+9,27 m (Km 38,69);
- Galeria 2 – estaca 65 + 12,27 m (Km 38,15);
- Galeria 3 - estaca 86+12,27 m (Km 37,73).



Figura 6.1 - Galeria 1



Figura 6.2 - Galeria 2



Figura 6.3 - Galeria 3

A seleção dessas galerias foi feita considerando a acessibilidade, o atendimento ao maior número de residências e ainda aos trechos que possuíssem menor quantidade de rocha a ser retirada.

O caminhamento da rede de distribuição através das galerias de tubo de concreto existentes (DN 600), será feito com a fixação dos tubos em ferro fundido K9 diâmetro 75 mm flangeados, na parte superior destas galerias, por meio de abraçadeiras, assim não haverá comprometimento da área de escoamento das águas pluviais.

Ainda em atendimento as recomendações do DER-ES, nas extremidades das galerias de tubo de concreto DN 600 foram projetados registros euro 23 cabeçote com cunha de

borracha DN 50 que farão, quando necessário, a isolamento do trecho que faz a travessia da Rodovia.

7. TRAVESSIA SOB PONTE

A extensão da rede de distribuição para Bairro Funil envolve ainda a passagem da tubulação pela ponte existente na entrada do Bairro. O detalhamento desta travessia está contemplado no projeto nº B-056-000-80-5-XX-0004, e será executada de forma similar a fixação da adutora de água bruta existente no lado oposto da rede em questão. O tubo utilizado nesta travessia será ferro fundido K9 DN 75mm flangeado.



Figura 7.1 – Travessia da tubulação projetada sob a ponte



Figura 7.2 – Travessia da tubulação existente sob a ponte

8. BOOSTER BAIRRO FUNIL

Durante análise ao sistema para extensão da rede, observou-se as características do booster existente neste Bairro, para avaliação de sua eficiência com o acréscimo da demanda. A seguir demonstra-se a situação existente e a demanda projetada:

8.1. Demanda projetada

O número de economias atendidas hoje na rua Funil (margem esquerda do Rio) é de 33 unidades. E no novo trecho na Rodovia ES355 (margem direita do Rio) este número é de 20 unidades. Considerado que cada economia possui 05 habitantes, a população a ser atendida atualmente é de 265 pessoas. No entanto, a demanda deste booster será calculada considerando um crescimento populacional para 20 anos. Os números que são reflexos destas informações estão demonstrados no quadro abaixo:

DEMANDAS DE DISTRIBUIÇÃO										
Usuários		Consumo Per Capita (l/hab.dia)	Início de Plano (2010)				Fim de Plano (2030)			
			População	Consumo Médio	Demanda Diária	Demanda Horária	População	Consumo Médio	Demanda Diária	Demanda Horária
			Inicial	(l/s)	(l/s)	(l/s)	Final	(l/s)	(l/s)	(l/s)
1	Bairro Funil									
1.1	Margem esquerda	185	165.00	0.4	0.4	0.6	234.00	0.501	0.601	0.902
1.2	Margem direita (projeto)	185	100.00	0.2	0.3	0.4	142.00	0.304	0.365	0.547
TOTAL			265.00	0.6	0.7	1.0	376.00	0.805	0.966	1.449

Tabela 8.1 – Demanda Bairro Funil (total)

Dados do sistema	
Vazão requerida	$Q_D = 1.45 \text{ l/s}$ $= 5.22 \text{ m}^3/\text{h}$
Sucção	
Pressão disponível	$P_s = 1.50 \text{ mca}$
Cota	$H_s = 42.50 \text{ m}$
Comprimento	$L_s = 6.30 \text{ m}$
Diâmetro	$D_s = 50 \text{ mm}$
Coeficiente C	$C_s = 110$
Recalque	
Pressão requerida	$P_r = 10.00 \text{ mca}$
Cota	$H_r = 100.00 \text{ m}$
Comprimento	$L_r = 1915.00 \text{ m}$
Diâmetro	$D_r = 50 \text{ mm}$
Coeficiente C	$C_r = 110$

Perdas de carga	
Distribuída - Hazen-Williams: $H_f = 10,643 \times C^{-1,85} \times D^{-4,87} \times Q^{1,852} \times L$	
Sucção	$H_{fs} = 24097.29 \cdot Q^{1,852}$
Recalque	$H_{fr} = 7321324.67 \cdot Q^{1,852}$
Total	$H_{ftotal} = 7345421.96 \cdot Q^{1,852}$
Localizada	
Sucção	$H_{fLs} = 195.86 \cdot Q^2$
Recalque	$H_{fLr} = 1004.92 \cdot Q^2$
Total	$H_{fLtotal} = 1200.78 \cdot Q^2$

Dados requeridos para escolha da bomba	
Vazão	$Q = 5.22 \text{ m}^3/\text{h}$
Altura man.	$H_{man} = 106.63 \text{ mca}$

Tabela 8.2 – Dimensionamento do Booster

8.2. Booster existente

Atualmente o booster é formado por dois conjuntos moto-bombas (1 reserva) com as seguintes propriedades:

Motor elétrico WEG 5 CV

Bomba Centrífuga Multiestágio Grundfos Mod. HU3K8

Vazão mínima: 6,1 m³/h (1,70 l/s) para 90 mca

Vazão máxima: 11,6 m³/h (3,22 l/s) para 60 mca

Pressão máxima: 100 mca

Frequência: 60 Hz

Comparando a demanda projetada (necessária para atender o novo trecho de rede) e o existente, conclui-se que o conjunto moto-bomba existente atende satisfatoriamente a ampliação da rede. Assim este projeto limita-se exclusivamente a substituição e extensão da rede de abastecimento de água.

9. OBSERVAÇÕES GERAIS

O sistema de abastecimento de água de Santa Leopoldina (sede) foi projetado para uma demanda de 5 l/s, porém hoje opera com uma vazão de aproximadamente 8,3 l/s o que excede em 66% sua capacidade de tratamento.

Observa-se então a necessidade de uma ampliação no que diz respeito ao tratamento de água para esta localidade, para que a qualidade desta não fique comprometida.

Foram registradas ainda, ocorrências de desabastecimento em alguns pontos do município em função do relevo (elevado), que dificulta a chegada da água, e da desatualização de cadastros de novas residências.

Quanto a outorga de direito de uso dos Recursos Hídricos para captação em corpo de água no Rio da Prata para esta localidade, está prevista uma vazão de 8,5 l/s que corresponde aproximadamente ao consumido hoje, portanto é importante atentar para este valor, pois com o crescimento do município, ele deverá ser atualizado em breve.

10. PRESCRIÇÕES TÉCNICAS

10.1. Rede de Distribuição

As tubulações serão assentadas enterradas com profundidade mínima de 1,50 m seguindo as normas do DER-ES para aprovação de projetos e seguirão o procedimento especificado abaixo.

O início da montagem se dará com a tubulação depositada ao longo da vala e sobre sua borda, e seguirá as etapas abaixo:

1. Executar, primeiramente, as limpezas do alojamento do anel de borracha no interior da bolsa to tubo já montado e da ponta do tubo a ser montado, com auxílio de escova de aço ou mesmo raspador, removendo, a seguir, com utilização de estopa, qualquer material estranho, de maneira que ambas as partes apresentem-se perfeitamente limpas;

2. Proceder a limpeza do anel de borracha com auxílio de estopa ou pano limpo e sua colocação no alojamento da bolsa do tubo já montado, colocando-o a partir da parte inferior do referido alojamento e pressionando-o contra o fundo à medida que for sendo encaixado, observando-se que a face mais larga do anel, onde se localizam os furos, deve estar voltada para o fundo da bolsa do tubo;
3. Verificar se a ponta do tubo a ser montado possui chanfro. Caso não exista, este será executado por processo de liagem, a fim de evitar a dilaceração do anel durante a embocagem do tubo;
4. Marcar com auxílio de giz o tubo a ser montado, a partir da extremidade da ponta, com dois traços de referência diametralmente opostos, equidistantes à profundidade da bolsa do tubo menos 0,01 m, definindo a parte do tubo a ser introduzida na bolsa do tubo já montado;
5. Descer, cuidadosamente, o tubo para o interior da vala, alinhando-o, nivelando-o e dispondo sua ponta a uma distância aproximada de 0,40 m da bolsa do tubo já montado;
6. Aplicar uma camada de pasta lubrificante específica em toda a superfície externa da ponta do tubo a ser montado e até uma distância de 0,025 m dos traços de referência, bem como na superfície do anel situado no alojamento da bolsa, quando da sua penetração, sendo terminantemente proibido o uso de qualquer outro
7. lubrificante e em especial graxa ou óleo mineral, sendo, porém, admitido para pequenos diâmetros a substituição da pasta por sabão de côco comum dissolvido em água;
8. Introduzir, após o alinhamento e o nivelamento do tubo a ser montado, a sua ponta na bolsa do tubo já montado, até sua extremidade encostar-se ao anel de borracha, verificando se sua ponta está bem centrada. Caso a centralização do tubo a ser montado não tenha ocorrido, utilizar dispositivos auxiliares, como pequenos troncos de madeira, a fim de calçá-los e facilitar sua penetração;
9. Proceder ao encaixe final da tubulação, forçando a ponta do tubo para o fundo da bolsa do tubo contíguo, até que os traços de referência se situem no mesmo plano do espelho da bolsa do tubo já montado;
10. Verificar, então, se o anel de borracha permanece em sua correta posição no alojamento da bolsa, introduzindo-se no espaço compreendido entre a ponta e a bolsa de união dos tubos e em todo o seu perímetro, uma pequena haste metálica até sua extremidade atingir o anel de borracha, sendo que o serviço será considerado satisfatório se a porção de haste introduzida mostrar-se constante em toda a circunferência da junta;
11. Proceder, após concluído o serviço de montagem, o escoramento ou aterro, isento de pedras ou material de origem orgânica, a fim de manter o tubo já montado perfeitamente centrado em relação ao tubo contíguo.

O encaixe final da tubulação considerada na etapa 9, deverá ser executada com auxílio de dispositivos que facilitem este trabalho, que deverão ser empregados conforme indicação do fabricante.

11.CONCLUSÃO

Para extensão da rede de abastecimento de água da sede do município de Santa Leopoldina para a Rodovia ES355 no trecho Bairro Funil, foram estudadas as possibilidades dentro do sistema existente e suas conseqüências com o acréscimo da demanda.

Diante dos resultados desta análise e de acordo com o já apresentado acima, o projeto resume-se na extensão de 1.942 m de rede de distribuição de água sendo:

- Substituição/deslocamento de 544 m (existente) de rede de água em tubulação PVC DN50 para ferro fundido no DN75;
- Extensão de 40 m de rede de água em tubulação de ferro fundido DN75 sob a ponte;
- Extensão de 1.331 m de rede de água em tubulação de PVC classe 15 DN50 ao longo da Rodovia ES355;
- Extensão de 27 m de rede de água em tubulação de ferro fundido DN75 através das galerias sob a rodovia (travessia).

Ratifica-se que esta proposição refere-se somente à rede de distribuição de água da área em estudo, no entanto como já observado no item 9 este sistema necessita de estudos e intervenções em algumas unidades do sistema para seu funcionamento eficiente.

Téc. Luiz Carlos Alves Pinto

**Chefe da Divisão de Desenvolvimento
e Gestão de Perdas**

Eng^a Viviane Michele Bernardone

Analista Projetista de Água e Esgoto

Pâmela Rodrigues

Técnica Projetista de Água e Esgoto

Bruno Coelho Leuenroth

Técnico Cadastro