

Ministério das Cidades
Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA

DTA **F4**

DTA - Documento Técnico de Apoio nº F4
CÓDIGO DE PRÁTICA DE PROJETO E EXECUÇÃO DE
RAMAIS PREDIAIS DE ÁGUA EM POLIETILENO

VERSÃO PRELIMINAR PARA DISCUSSÃO - SETEMBRO/2003

MINISTRO DAS CIDADES
Olívio Dutra

SECRETÁRIA EXECUTIVA E MINISTRA ADJUNTA
Ermínia Maricato

SECRETÁRIO NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL
Abelardo de O. Filho

COORDENAÇÃO TÉCNICA DOS TRABALHOS
Pela FUSP: Racine Tadeu Araújo Prado
Pelo Ministério das Cidades: Claudia Monique Frank Albuquerque

ENTIDADES PARTICIPANTES DO PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA-PNCDA
PROTOCOLOS DE COOPERAÇÃO FIRMADOS COM A SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL/ MC

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA
Secretaria de Recursos Hídricos – SRH
Secretaria de Meio Ambiente – SMA

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME
Eletrobrás/Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PROCEL

ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
ABNT/COBRACON – Associação Brasileira de Normas Técnicas/Comitê Brasileiro da Construção Civil
AESBE – Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais
ASFAMAS – Associação Brasileira de Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento
ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento
EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FUPAM – Fundação para a Pesquisa Ambiental
FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo
INFURB-USP – Núcleo de Pesquisa em Informações Urbanas da Universidade de São Paulo
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA – PNCDA	5
INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 1: AS CARACTERÍSTICAS DAS TUBULAÇÕES DE POLIETILENO	9
1.1 O Polietileno	9
1.1.1 Histórico	9
1.1.2 O que é polietileno	10
1.1.3 Classificação do polietileno	11
1.2 Principais Aplicações e Características	12
1.2.1 Principais aplicações das tubulações de polietileno na Construção Civil e suas vantagens	12
1.2.2 Principais propriedades das tubulações de polietileno	14
CAPÍTULO 2: NORMAS TÉCNICAS DA ABNT	14
2.1 Apresentação e explanação dos requisitos	14
2.1.1 Requisitos de fabricação	15
2.1.2 Aspectos relacionados ao Recebimento, Marcação do produto, Estocagem, Manuseio e transporte	18
CAPÍTULO 3: PROCEDIMENTO PARA RECEBIMENTO, ARMAZENAGEM, MANUSEIO E ASSENTAMENTO DOS TUBOS DE POLIETILENO	19
3.1 Ensaios para recebimento dos tubos de Polietileno utilizados em ligações prediais	19
3.2 Procedimento para Estocagem, Manuseio e transporte	20
3.3 Diretrizes para execução e reparo de ramal predial de Polietileno	20
3.3.1 Definições	21
3.3.2 Equipe técnica e aparelhagem para instalação do ramal predial	22
3.3.3 Estocagem dos materiais e ferramentas	22
3.3.4 Transporte dos tubos e conexões	22
3.3.5 Manuseio dos tubos e conexões	23
3.3.6 Execução	23
3.3.7 Reparo de vazamento em ramal predial	28
3.3.8 Supressão temporária do ramal predial em Polietileno	28
3.3.9 Testes de estanqueidade	29
3.3.10 Fiscalização dos serviços	29
3.3.11 Documentação	29

CAPÍTULO 4	CONCEPÇÃO DOS SISTEMAS DE LIGAÇÃO PREDIAL EM	
	POLIETILENO PARA ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA	30
4.1	Dimensionamento da ligação predial – hidrômetro, cavalete, abrigo do hidrômetro	30
4.1.1	O consumo de água da edificação	30
4.1.2	Hidrômetro	30
4.1.3	Padrão de abrigo de hidrômetro – Cavalete utilizado pela SABESP em	
	Polietileno	31
4.2	Principais problemas e cuidados com a execução e manutenção dos ramais	
	prediais em polietileno	33
4.2.1	Análise dos problemas de vazamentos em ligações prediais em polietileno	33
4.2.2	Proposição de medidas que diminuam as perdas d'água nesse sistema	37
CAPÍTULO 5	BIBLIOGRAFIA	38

PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA - PNCD

O PNCD tem por objetivo geral promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras, em benefício da saúde pública, do saneamento ambiental e da eficiência dos serviços, propiciando a melhor produtividade dos ativos existentes e a postergação de parte dos investimentos para a ampliação dos sistemas. Tem por objetivos específicos definir e implementar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais, concorrentes para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas.

O PNCD encontra-se em sua Fase III. Na Fase I, em 1997, foram discutidos 16 DTAs, que refletiram a retomada de estudos abrangentes na área. A Fase II do Programa, em 1998, incluiu a produção de mais 4 DTA's, sua publicação e a implantação de um sistema de acesso via Internet (www.pncda.gov.br). Os escopos das fases até agora definidas como objetos de convênio são esquematizados nas figuras 1 e 2, a seguir.

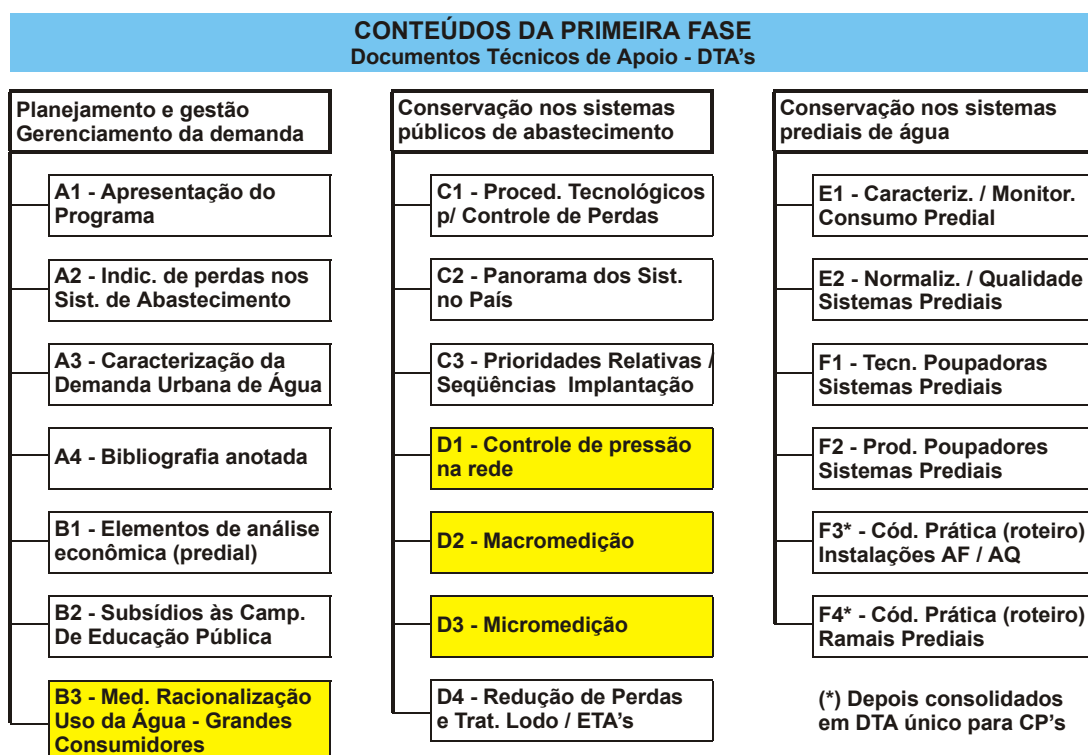
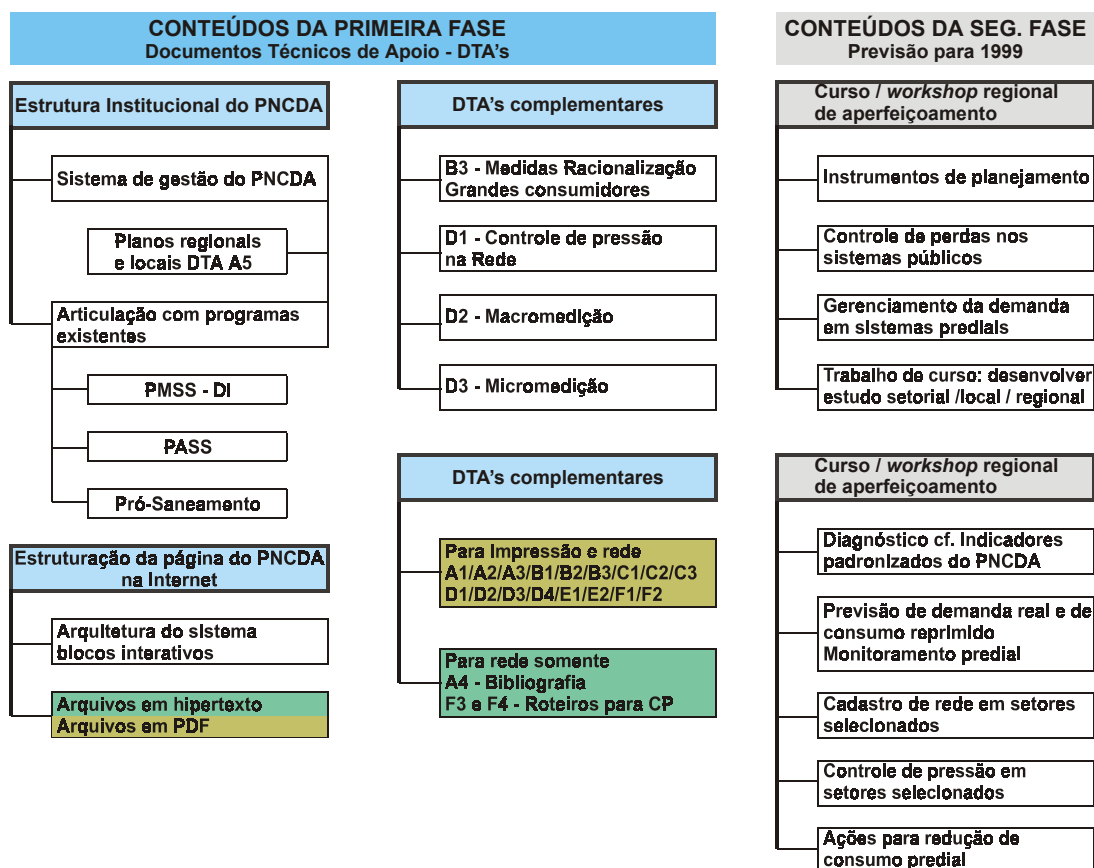


Fig. 1 - PNCD. Escopos da Fase I. 1997

**Fig. 2 - PNCD A. Escopos da Fase II. 1998 e 1999**

Na Fase III do PNCD A, através de Convênio vigente entre o Ministério das Cidades/ Secretaria nacional de Saneamento Ambiental e a Fusp (Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo), foram previstas atividades diversas, revisão e elaboração de DTAs, conforme a seguir:

- DTA A5 - Diretrizes e procedimentos para desenvolvimento dos Planos [regionais e locais] de Combate ao Desperdício de Água (revisão).
- Aperfeiçoamento e alimentação da página do PNCD A na rede mundial de computadores.
- DTA D7 - Submedicação em hidrômetros (elaboração).
- DTA F3 - Código de Prática de Projeto e Execução de Sistemas Prediais de Água - Conservação de Água em Edifícios (elaboração).
- DTA F4 - Código de Prática de Projeto e Execução de Ramais Prediais de Água em Polietileno (elaboração).
- DTA A2 - Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água (revisão).

- DTA A4 - Bibliografia Anotada (revisão).
- DTA C2 - Panorama dos Sistemas Públicos de Abastecimento no País (revisão).
- DTA D2 - Macromedicação (revisão).
- DTA D3 - Micromedicação (revisão).
- DTA F2 - Produtos Economizadores nos Sistemas Prediais (revisão).
- DTA B6 - Estratégias de educação e comunicação (elaboração). No âmbito deste projeto está prevista a realização de cursos de capacitação em combate ao desperdício de água para uma clientela diversificada (operacional e gerencial) dos prestadores de serviços de abastecimento de água.

INTRODUÇÃO

Para a garantia da qualidade do sistema como um todo é necessário que as condições para a adequada instalação das tubulações de polietileno sejam conhecidas e obedecidas. Com o objetivo de orientar os responsáveis pela instalação das tubulações de polietileno para ligação predial de água, este documento técnico aborda este assunto da seguinte forma:

- o capítulo 1 apresenta o polietileno como um material termoplástico, seu histórico e forma de classificação, bem como as aplicações, propriedades e classificação dos tubos de polietileno para distribuição de água;
- o capítulo 2 aborda os requisitos especificados pela norma técnica da ABNT, NBR 8417 Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE – Requisitos, relativos à matéria prima, composto e tubos de polietileno, que têm o objetivo de garantir o satisfatório desempenho dos tubos ao longo de sua vida útil de 50 anos;
- o capítulo 3 aborda tópicos relativos ao processo de execução e recomendações que devem ser considerados durante a execução das ligações prediais com o polietileno;
- o capítulo 4 apresenta aspectos relacionados ao dimensionamento da ligação predial e os principais problemas e cuidados com a execução e manutenção do sistema;
- o capítulo 5 refere-se à bibliografia utilizada.

CAPÍTULO 1: AS CARACTERÍSTICAS DAS TUBULAÇÕES DE POLIETILENO

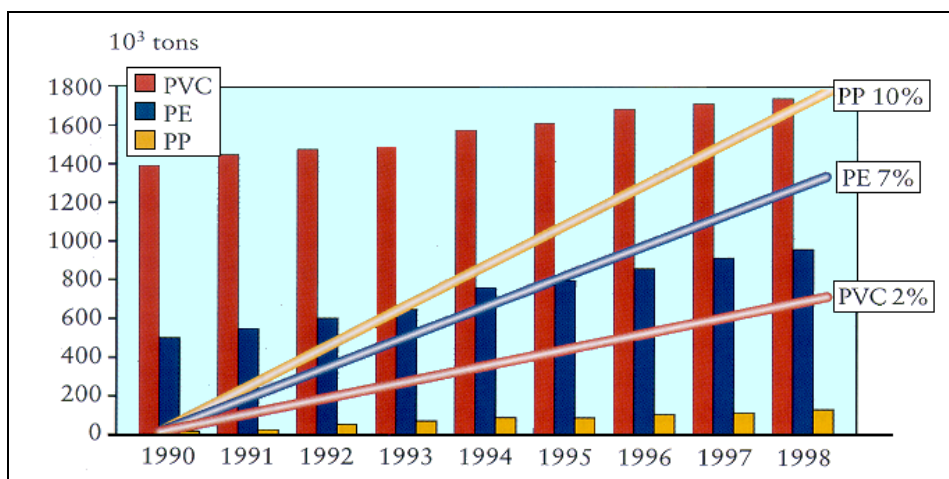
1.1 O Polietileno

Os tubos e conexões de polietileno para utilização em ramal predial de abastecimento de água, desde que transportados, armazenados e instalados de acordo com os procedimentos recomendados, com utilização de mão de obra qualificada e recebendo manutenção adequada, contribuem para que a ligação predial de água apresente um bom desempenho durante toda a sua vida útil. A vida útil da ligação predial em polietileno também está relacionada à qualidade da matéria-prima que é utilizada na sua fabricação e da conformidade dos tubos e conexões em relação aos requisitos especificados pelas normas técnicas pertinentes.

1.1.1 Histórico

O polietileno foi descoberto em 1933 e foi utilizado pela primeira vez em aplicações militares na 2ª Guerra Mundial. Estudos foram continuamente desenvolvidos, originando novas gerações de polietilenos.

O uso do polietileno se expandiu rapidamente, especialmente em relação a tubulações para sistemas de distribuição de água e para sistemas de distribuição de gás combustível. Este fato reflete a confiança depositada neste material, principalmente pelo contínuo desenvolvimento tecnológico e experiência adquirida nestas aplicações. Como exemplo, pode-se citar que na fabricação de tubos plásticos na Europa, o polietileno passou de aproximadamente 1,4 milhões de toneladas produzidas em 1985 para 2,6 milhões de toneladas em 1997.



Crescimento da produção de tubos plásticos na Europa

A utilização de tubos plásticos, polietileno (PE) e cloreto de polivinila (PVC), em redes de distribuição de grandes diâmetros, vem crescendo continuamente. Na Finlândia e na Suécia, por exemplo, mais de 80% das tubulações utilizadas são de plástico (PVC e PE). Em Portugal, mais de 40% são de PVC; na Itália e Taiwan, respectivamente, 33% e 25% das tubulações são de Polietileno.

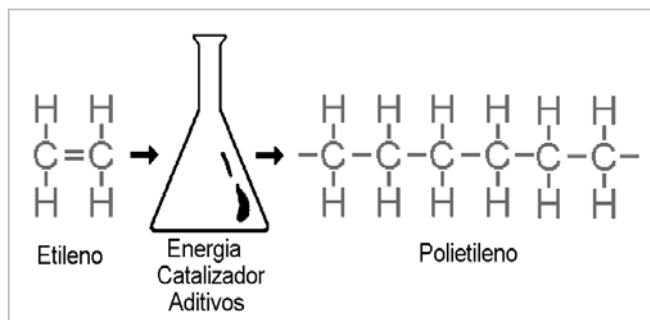
No Brasil, praticamente todas as redes com diâmetros inferiores a 150 mm, implantadas nos últimos 20 anos são de PVC. Mais recentemente vem ocorrendo também a utilização do polietileno, como o caso da cidade de Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, que possui mais de 500 km de redes implantadas de polietileno, com diâmetros de até 300mm.

As vantagens da utilização das tubulações de polietileno, tais como vida útil de 50 anos, flexibilidade, resistência à corrosão, leveza, possibilidade da fabricação de grandes diâmetros e menor risco de vazamentos, bem como o seu reduzido custo, têm contribuído para tornar este material competitivo em relação aos outros materiais utilizados nas tubulações para infra-estrutura.

1.1.2 O que é o Polietileno

O polietileno – PE é um material plástico pertencente ao grupo dos termoplásticos, isto é, tem a propriedade de poder ser moldado quando aquecido e tomar a forma do produto desejado quando resfriado, sem degradação de sua estrutura molecular. Esta propriedade permite, por exemplo, que as tubulações de PE sejam soldadas sem que haja descontinuidade de material.

O polietileno é obtido pela polimerização do etileno C_2H_4 , com adição de aditivos, na presença de catalizadores e sob determinadas condições de temperatura e pressão.



Os aditivos são adicionados ao polietileno com o objetivo de melhorar as características dos tubos, aumentando a sua vida útil. Podem ser adicionados aditivos para proteger os tubos da oxidação causada pelos raios ultravioleta (UV) ou causada pelas altas temperaturas de processamento da resina, ou então para melhorar outras características que se deseja obter dos tubos.

O polietileno utilizado na fabricação dos tubos de polietileno destinados ao ramal predial e à adução e distribuição de água potável tem a cor preta, devido à adição do negro de fumo, que protege os tubos da degradação causada pelos raios solares.



Resina de polietileno

Em diversos países, o polietileno tem sido empregado em tubulações de sistemas para distribuição de água e de gás combustível. Nestas aplicações utiliza-se o polietileno de alta densidade (PEAD), ou em inglês *high density polyethylene* (HDPE), cuja vida útil deve ser de 50 anos. O polietileno de média densidade (PEMD) é também utilizado na Construção Civil em aplicações similares, não ocorrendo o mesmo para o polietileno de baixa densidade (PEBD), que apresenta resistência inferior. As classificações alta, média e baixa densidade resultam apenas da consideração da densidade do material sendo, atualmente, cada vez menos utilizadas. A classificação atual, apresentada a seguir, considera também a resistência do polietileno.

1.1.3 Classificação do Polietileno

A ISO - International Organization for Standardization - introduziu o sistema de classificação de tubos e conexões de materiais termoplásticos que é descrito na norma ISO/TR9080 – Thermoplastics pipes for the transport of fluids – Standard extrapolation method for the long-term resistance to constant internal pressure – Test Method. Este método consiste na realização de uma série de ensaios de resistência à pressão hidrostática interna de longa duração, cujos dados são plotados em gráficos e extrapolados para 50 anos. Esta é a maneira de se obter uma curva de regressão, que classifica o polietileno através da determinação de sua tensão de ruptura, por extrapolação, após 50 anos.

A curva de regressão do polietileno caracteriza o comportamento dos tubos sob pressão, em função da temperatura, definindo sua vida útil quando utilizados em determinadas condições de temperatura e pressão interna. A pressão interna “p” aplicada origina uma tensão circunferencial “ σ ” na parede do tubo de espessura “e” e diâmetro “d”. A tensão circunferencial “ σ ” é relacionada com a pressão interna através da fórmula:

$$\sigma = p \frac{d - e}{2e}$$

A curva de regressão é composta por várias curvas, obtidas ao submeter-se vários segmentos de tubos (de uma mesma amostra) ao ensaio de resistência a pressão hidrostática interna de longa duração, a diferentes tensões circunferenciais “ σ ” e a diferentes temperaturas. Para cada tensão circunferencial testada obtém-se um tempo “t”, que é o tempo de ruptura do tubo ensaiado, e registra-se o tipo de ruptura constatado (frágil ou dúctil). O conjunto de valores dos pares (σ ,t), plotados em papel di-log, a uma dada temperatura, orienta a curva de regressão.

Como nem todas as curvas podem ser plotadas experimentalmente, pois o ensaio pode chegar a muitos anos, realiza-se a extrapolação dos dados. Desta forma, os valores das tensões a 20°C são extrapolados para 50 anos de acordo com a ISO/TR9080 e assim

determina-se a tensão mínima para a ruptura do tubo após 50 anos, denominada MRS - minimum required strength. O valor do MRS em MPa (megapascals) multiplicado por 10 resulta na classificação do material. Por exemplo, para um tubo de polietileno que romperá a uma tensão de 8 MPa (MRS) após 50 anos de utilização, o composto utilizado para sua fabricação é classificado como PE80.

Classificação	MRS(MPa)
PE63	6,3
PE80	8,0
PE100	10,0

Classificação dos compostos de polietileno

Com o desenvolvimento tecnológico contínuo das resinas, através de estudos sobre a relação entre as características técnicas e a estrutura molecular do polietileno, há aproximadamente uma década foi desenvolvido o PE100 que apresenta as seguintes vantagens em relação ao PE80:

- aumento da pressão de serviço;
- redução da espessura de parede;
- possibilidade de produzir tubos de grandes diâmetros;
- aumento das propriedades mecânicas.

Pressão Nominal: é a máxima pressão a que os tubos, conexões e respectivas juntas, podem ser submetidas em serviço contínuo, nas condições de temperatura de operação de até 30°C.

Os tubos e conexões de polietileno são especificados pela sua classe de pressão (PN), porém é usual classificá-los em função do seu SDR, valor adimensional que relaciona o diâmetro externo (DE) com a espessura de parede do tubo (e). Cada SDR representa uma classe de pressão do tubo.

$$SDR = \frac{DE}{e}$$

1.2 Principais Aplicações e Características

1.2.1 Principais aplicações das tubulações de polietileno na Construção Civil e suas vantagens:

Distribuição de Água Potável

- elevadas características organolépticas e toxicológicas;

VERSÃO PRELIMINAR PARA DISCUSSÃO - SETEMBRO/2003

- reduzido custo de instalação e assentamento em comparação aos materiais tradicionais,
- excelente resistência ao impacto, mesmo a baixas temperaturas;
- baixo risco de vazamentos devido ao reduzido número de juntas;
- elevada resistência à corrosão;
- manutenção da capacidade hidráulica praticamente constante durante a vida útil da tubulação.

Distribuição de Gás Combustível

- inerte ao gás natural;
- reduzido custo de instalação e assentamento em comparação aos materiais tradicionais,
- diminuição do risco de vazamentos devido ao reduzido número de juntas;
- excelente resistência ao impacto, mesmo a baixas temperaturas;
- elevada resistência à corrosão.

Trasporte de Fluidos Industriais

- elevada resistência ao fissuramento sob tensão;
- elevada resistência a produtos químicos.

Condução de Esgoto

- reduzido custo de instalação e assentamento em comparação aos materiais tradicionais;
- pode ser utilizado também em tubos corrugados que apresenta economia devido à relação resistência/peso.



Irrigação

- excelente resistência ao fissuramento sob tensão;
- flexibilidade para embobinar os tubos.

1.2.2 Principais propriedades das tubulações de polietileno:

Atóxico: o polietileno não transmite substâncias tóxicas à água;

Leveza: facilidade com o transporte e manuseio dos tubos e conexões de polietileno;

Flexibilidade: possibilita a realização de curvatura durante o assentamento;

Ótima capacidade hidráulica: dada a sua baixa rugosidade, possui ótima capacidade hidráulica. O diâmetro interno dos tubos permanece praticamente constante ao longo sua vida útil, ao contrário de outros materiais que apresentam redução da sua capacidade de vazão;

Elevada resistência ao impacto: boa capacidade de absorção de impactos devido à elasticidade do polietileno;

Resistência à corrosão e a ataques químicos: o polietileno não sofre corrosão e é resistente a uma série de substâncias químicas;

Ótima soldabilidade: permite a realização de juntas termosoldáveis de boa resistência e estanqueidade;

Reduzido número de juntas: os tubos podem ser fornecidos em bobinas, para diâmetros menores ou iguais a 125 mm, permitindo que a execução seja feita em grandes lances, com um número significativamente pequeno de juntas, reduzindo o risco de vazamentos;

Resistência a baixas temperaturas: esta propriedade é mais importante em países de clima frio.

CAPÍTULO 2: NORMAS TÉCNICAS DA ABNT

2.1 Apresentação e explanação dos requisitos

Os tubos destinados aos ramais prediais de abastecimento de água de edificações são normalizados pela ABNT, segundo a **NBR 8417** “Sistemas de ramais prediais de água – Tubos de polietileno PE – Requisitos”, de maio de 1999. Esta norma fixa as condições para o controle de matéria-prima, que deve ser realizado pelo fabricante de composto de polietileno e também requisitos para os tubos de polietileno, cujos controles devem ser realizados pelo fabricante dos tubos. Fixa também as condições exigíveis para tubos de polietileno PE, unidos por juntas mecânicas ou por eletrofusão, de diâmetros externo nominal de DE 20 e DE 32, fornecidos em bobinas, destinados à execução de ramais prediais de água, dentro das seguintes condições:

- máxima pressão de operação de 1 MPa, para os tubos fabricados com composto PE 80, a 30° C, variável em função da temperatura;
- máxima pressão de operação de 1,2 MPa, para os tubos fabricados com composto PE 100, a 30° C, variável em função da temperatura.

2.1.1 Requisitos de fabricação

A Norma técnica NBR 8417, especifica os requisitos a seguir apresentados:

Resina base de polietileno:

- Densidade

A densidade da resina base de polietileno deve ser superior a $0,930 \text{ g/cm}^3$, cujo ensaio deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR 14304, ou ISO 1183.

Composto:

- Cor do composto de polietileno PE

Os tubos devem ser de cor preta, obtida pela adição de negro de fumo. Devem apresentar coloração uniforme e devem ser livres de corpos estranhos, bolhas, rachaduras ou outros defeitos visuais que indiquem descontinuidade do material e/ou do processo de fabricação;

- Dispersão de pigmentos

Este ensaio deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR 10924 e seu objetivo é verificar se o negro de fumo está disperso de forma homogênea no composto;

- Teor de negro de fumo

O negro de fumo é o responsável pela cor preta dos tubos, sendo um dos mais eficientes filtros de luz para o polietileno. Em gramaturas muito finas e disperso adequadamente, aumenta a vida útil do tubo quando exposto ao sol, prevenindo a degradação causada pelos raios ultravioleta. O ensaio de determinação do teor de negro de fumo deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR 9058;

- Estabilidade térmica

Durante a fabricação dos tubos e conexões o composto de polietileno é submetido a altas temperaturas, o que pode provocar sua degradação. Por essa razão, um processamento realizado com temperatura, pressão ou velocidade de rosca inadequada ao polietileno, pode conduzir à degradação do mesmo, gerando um produto final com características e resistências muito inferiores às esperadas.

Para evitar e/ou minimizar o efeito da alta temperatura, necessária para a fabricação dos tubos, são incorporados aditivos antioxidantes ao composto de polietileno. O ensaio de determinação da estabilidade térmica é realizado para verificar se a incorporação dos aditivos antioxidantes foi adequada para proteger o composto de polietileno durante o processo de fabricação.

O ensaio de determinação da estabilidade térmica deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR 14300, sendo que o tubo de polietileno deve apresentar o tempo de oxidação induzida (OIT) de no mínimo de 20 minutos, quando submetido à temperatura de 200°C .

- Índice de fluidez

O ensaio de índice de fluidez consiste na determinação da quantidade de massa que flui através de um orifício de dimensão padronizada, sob a ação da aplicação de um peso e temperatura especificados. O valor do índice de fluidez do composto de polietileno deve ser inferior ou igual a 1,3 g/10 min, quando determinado à temperatura de 190°C e peso de 50 N, segundo o método de ensaio NBR 9023, ou DIN/ISO 1133;

- Densidade;

Classificação e designação do composto de polietileno. Os compostos devem ser classificados como PE 80 ou PE 100, conforme ISO 12162 ou seja, com sua tensão circunferencial a 50 anos na temperatura de 20° C. Em função do comportamento da curva de regressão os compostos são ainda classificados como de tipo A ou B, dependendo do comportamento do composto quando ensaiados para as temperaturas de 30 e 40° C.

Tubos:

- Classificação e designação de tubos de polietileno PE;
- Dimensões e tolerâncias;

Os tubos de polietileno para utilização em ramal predial de água devem apresentar diâmetro externo e espessura de parede de acordo com os valores especificados pela NBR 8417. O método de ensaio que especifica o procedimento para a verificação dimensional é a norma brasileira NBR 14301.

Os tubos de diâmetro nominal (DE) 20 devem possuir diâmetro externo médio de 20,0 mm e espessura de parede de 2,3 mm. Já os tubos de diâmetro nominal (DE) 32, devem possuir diâmetro externo médio de 32,0 mm e espessura de parede de 3,0 mm.

A padronização dos diâmetros dos tubos apresentada é importante, pois facilita o fornecimento de conexões e acessórios, ou seja, a especificação de tubos com diâmetros não padronizados irá dificultar e encarecer a aquisição de conexões intercambiáveis para se realizar as uniões. É importante também ressaltar que, sendo fornecidos tubos e conexões em diâmetros não padronizados, irá ocorrer também a dificuldade de se adquirir peças de reposição para a manutenção do sistema durante a vida útil da instalação;

- Densidade;

A densidade do tubo deve ser igual ou superior a 0,938 g/cm³ a 23° C.

- Índice de fluidez;
- Resistência à pressão hidrostática;

O ensaio de resistência à pressão hidrostática interna de curta duração a 20°C deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR8415. Neste ensaio, os tubos são submetidos a uma tensão circunferencial de 9,0 MPa (para tubos fabricados com

composto de polietileno PE 80) e 12,4 MPa (para tubos fabricados com composto de polietileno PE 100). Devem resistir no mínimo a um período de 100 horas, à temperatura de 20 °C.

O ensaio de resistência à pressão hidrostática interna de curta duração a 80°C deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR 8415. Neste ensaio, os tubos são submetidos a uma tensão circunferencial de 4,6 MPa (para tubos fabricados com composto de polietileno PE 80) e 5,5 MPa (para tubos fabricados com composto de polietileno PE 100). Devem resistir no mínimo a um período de 165 horas, à temperatura de 80 °C.

No caso de ocorrer ruptura dúctil (ruptura caracterizada por grandes elongações) antes do término do período de 165 horas, uma nova relação tensão x tempo deve ser escolhida, conforme valores estipulados pela referida norma e um novo ensaio deve ser realizado.

O ensaio de resistência à pressão hidrostática interna de longa duração a 80°C deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR8415. Neste ensaio, os tubos são submetidos a uma tensão circunferencial de 4,0 MPa (para tubos fabricados com composto de polietileno PE 80) e 5,0 MPa (para tubos fabricados com composto de polietileno PE 100). Devem resistir no mínimo a um período de 1.000 horas, à temperatura de 80 °C.

- Estabilidade dimensional

As tensões residuais, tanto longitudinais quanto radiais, provocam uma menor estabilidade dimensional dos tubos. O ensaio de determinação da estabilidade dimensional visa avaliar estas tensões geradas durante o processo de fabricação dos tubos. O ensaio de verificação da estabilidade dimensional deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR 14299. Neste ensaio, os tubos após serem submetidos à temperatura de 110°C durante 30 minutos, devem apresentar variação longitudinal igual ou menor que 3%;

- Retração circunferencial

O ensaio de verificação da retração circunferencial deve ser realizado de acordo com a norma brasileira NBR 14302. Neste ensaio o tubo é submetido a um banho termoestabilizado, onde a temperatura e duração do banho são funções da sua espessura de parede. Após o banho termoestabilizado são realizadas medições do diâmetro externo em pontos específicos, sendo que os valores encontrados devem estar de acordo com os valores dos diâmetros externos especificados para os tubos;

- Resistência ao esmagamento

Após serem submetidos ao esmagamento (também denominado pinçamento) a 0°C, conforme especifica a norma brasileira NBR 14303, os tubos devem resistir ao ensaio de resistência à pressão hidrostática interna de curta duração a 80°C, durante 165 horas;

- Aspectos visuais

Os tubos de polietileno, conforme especificado na NBR 8417, devem ser de cor preta, pela adição de negro de fumo. A coloração deve ser uniforme e os tubos não devem apresentar corpos estranhos, bolhas rachaduras ou outros defeitos que indiquem descontinuidade do material e/ou do processo de extrusão.

2.1.2 Aspectos relacionados ao Recebimento, Marcação do Produto, Estocagem, Manuseio e Transporte

Faz parte ainda do corpo da NBR 8417 da ABNT um capítulo sobre como tratar do recebimento do produto pelo comprador, da maneira pela qual o produto deve ter a sua marcação impressa e de aspectos relacionados à estocagem, manuseio e transporte do produto.

Recebimento

- Responsabilidades

Determina as responsabilidades de toda a cadeia produtiva do produto, do fabricante, fornecedores de matéria prima e do usuário, para que ao final se satisfaçam as expectativas de sua utilização;

- Verificação dos requisitos da qualidade

Neste item, a norma contempla uma verificação de requisitos da qualidade dos produtos, se por auditoria, verificação do programa da qualidade, ou através de inspeção de recebimento. São aqui abordados ensaios de recebimento do produto (verificação do composto do PE, fabricação do composto, fabricação dos tubos), tamanho do lote de inspeção, amostragem, resultados, aceitação e rejeição;

Marcação

Os tubos devem ser marcados de forma indeletável contendo nome do fabricante, tipo do composto, diâmetro, classe de pressão, lote, norma a que atende, mês e ano de produção;

Estocagem, manuseio e transporte

Trata dos cuidados a serem seguidos para que seja mantida a integridade do tubo durante a estocagem, manuseio e transporte.

Enfim, vale lembrar ainda que as normas brasileiras estão em periódicos processos de elaboração e atualização por comissões técnicas da ABNT - Associação Brasileira de

Normas Técnicas. Dessa maneira, novos conhecimentos tecnológicos estão sendo constantemente incorporados aos textos, devendo seus usuários estar sempre atualizados em relação às suas últimas versões.

CAPÍTULO 3: PROCEDIMENTO PARA RECEBIMENTO, ARMAZENAMENTO, MANUSEIO E ASSENTAMENTO DOS TUBOS DE POLIETILENO

O recebimento, armazenamento e manuseio do tubo de polietileno são de fundamental importância para o desempenho da ligação predial. O material utilizado deve atender aos requisitos mínimos exigidos pelas normas citadas no capítulo 2. Dessa maneira, só devem ser adquiridos tubos de fabricantes que possuam um sistema da qualidade que permita garantir a qualidade dos produtos fornecidos.

3.1 Ensaios para recebimento de Tubos de Polietileno utilizados em ligações prediais

A NBR 8417 trata deste assunto em um item específico em que solicita do fabricante:

- **Ensaio para verificação do composto do polietileno**, através de comprovação de tensão circunferencial (método de extrapolação para 50 anos de acordo com ISO TR 9080 e efetuar os ensaios de estabilidade térmica – NBR 14300, resistência à pressão de curta e longa duração a 80° C – NBR 8415, densidade da resina base – NBR 14304, 11931 ou ISO 1183, índice de fluidez do composto – NBR 9023 ou DIN/ISO 1133, dispersão de pigmentos – NBR 10924 e teor de negro de fumo de compostos pretos – NBR 9058);
- **Ensaio durante a fabricação do composto do polietileno**, que deve atender a uma série de requisitos (resistência à pressão de curta e longa duração a 80° C – NBR 8415, índice de fluidez – NBR 9023 ou DIN/ISO 1133, densidade do composto – NBR 14304, 11931 ou ISO 1183, dispersão de pigmentos – NBR 10924 e teor de negro de fumo de compostos pretos – NBR 9058);
- **Ensaio para verificação pelo fabricante de tubos de polietileno**, onde este deve aplicar uma série de ensaios e atendimento dos requisitos especificados (dimensões – NBR 14301, estabilidade dimensional – NBR 14299, retração circunferencial – NBR 14302, estabilidade térmica – NBR 14300, resistência à pressão de curta e longa duração a 80° C – NBR 8415, resistência ao esmagamento – NBR 14303 e 8415, densidade do tubo – NBR 14304, 11931 ou ISO 1183, índice de fluidez do tubo – NBR 9023 ou DIN/ISO 1133, dispersão de pigmentos – NBR 10924);
- **Ensaio durante a fabricação de tubos de polietileno**, onde o fabricante dos tubos deve manter os certificados de cada lote de composto ou resina de base de polietileno e de master batch utilizados na fabricação, e ainda executar os ensaios respectivos (dimensões supervisionadas e não supervisionadas – NBR 14301, resistência hidrostática de curta duração a 20° C, resistência à pressão de curta e longa duração a 80° C – NBR 8415, estabilidade dimensional – NBR 14299, retração

circunferencial – NBR 14302, densidade – NBR 14304, 11931 ou ISO 1183, índice de fluidez – NBR 9023 ou DIN/ISO 1133 e dispersão de pigmentos – NBR 10924).

Nos ensaios de recebimento de tubos de polietileno devem ser seguidos os critérios para a determinação do tamanho do lote de recebimento, amostragem para exame visual e dimensional e amostragem para ensaios destrutivos, conforme descrito na NBR 8417 da ABNT.

Os resultados dos ensaios do fabricante devem ser apresentados, para cada lote, em relatório contendo, no mínimo, diâmetro nominal do tubo; pressão nominal; código de produção; data de início da fabricação do lote; identificação do composto de polietileno utilizado; quantidade do lote de produção em metros e bobinas; quantidade do lote fornecido ao comprador em metros e bobinas; declaração de que o lote fornecido ao comprador atende às especificações da NBR 8417.

Os tubos devem ainda serem marcados, de metro em metro e de forma indelével e visível, através de impressão a quente, no mínimo com as seguintes informações:

Nome ou marca do fabricante; identificação comercial do composto utilizado na fabricação; classificação e tipo do composto; os dizeres “Ramal Predial de Água”; diâmetro externo nominal; os dizeres “PN 1 MPa” ou “PN 1,2 MPa” conforme o composto utilizado; código que permita rastrear a sua produção tal que contemple um indicador relativo ao mês e ano da produção; além da indicação NBR 8417.

3.2 Procedimento para Estocagem, Manuseio e Transporte

Deve-se evitar que os tubos fiquem expostos a fontes de calor como escapamento de veículos e agentes químicos agressivos tais como solventes. Deve-se amarrar e acondicionar adequadamente as cargas, para que não se soltem durante o transporte, nunca prendendo os tubos com cintas metálicas ou cordas. Preparar uma base de apoio adequada, isenta de agentes agressivos, pontiagudos e cortantes.

3.3 Diretrizes para execução e reparo de ramal predial em Polietileno

Serão abordadas, neste item, as boas técnicas de execução dos ramais prediais que utilizam tubos de polietileno. Os procedimentos aqui descritos, compreendem:

- a qualificação da equipe técnica;
- as ferramentas necessárias para a instalação e o reparo do ramal predial;
- a estocagem dos materiais e ferramentas;
- o transporte dos tubos e conexões;
- o manuseio dos tubos e conexões;
- a execução dos serviços (incluindo a sinalização, demarcação e escavação da vala, as derivações nas redes de ferro fundido e PVC, o corte dos tubos de Polietileno, o assentamento do ramal e o acoplamento às conexões);
- o reaterro da vala;
- o reparo dos vazamentos;
- a supressão temporária do ramal;

- o teste de estanqueidade;
- a fiscalização dos serviços;
- a documentação do serviço executado.

3.3.1 Definições

As expressões utilizadas a seguir possuem as seguintes definições:

- Ramal Predial: Sistema que envolve o tubo desde a tomada de água na rede de distribuição até a conexão com o cavalete domiciliar.
- Cavalete: Sistema localizado no interior da propriedade particular, destinado à colocação do medidor de água e registro de pressão para interrupção do abastecimento de água do imóvel.
- Adaptador para Polietileno: Dispositivo fabricado em PVC ou Polipropileno, destinado a efetuar a transição do ferrule (em rede de ferro fundido) ou do colar de tomada e registro (em rede de PVC). A vedação da tubulação de polietileno no adaptador é efetuada por meio de anel de borracha. A fixação da tubulação de polietileno no adaptador é efetuada por dispositivo de compressão progressiva. Estes dispositivos podem ou não apresentar registro de bloqueio incorporados.
- Ferrule: Dispositivo fabricado em latão, destinado a efetuar a derivação da rede de abastecimento de água em ferro fundido e a interromper o fluxo de água da rede de abastecimento para o ramal predial.
- Colar de tomada: Dispositivo fabricado em PVC, polipropileno ou ferro fundido, destinado a solidarizar o registro broca de polipropileno, tipo esfera de PVC ou tipo macho de latão à rede de abastecimento de água em PVC. O colar de tomada é formado por duas peças bipartidas conectadas por dispositivo em forma de cunha, para garantia da estanqueidade do conjunto.
- Registro broca: Dispositivo fabricado em polipropileno, destinado a efetuar a derivação da rede de abastecimento de água em PVC e a interromper o fluxo de água da rede de abastecimento para o ramal predial.
- Registro esfera: Dispositivo fabricado em PVC, destinado a interromper o fluxo de água da rede de abastecimento para o ramal predial.
- Registro macho: Dispositivo fabricado em latão, destinado a interromper o fluxo de água da rede de abastecimento para o ramal predial.
- Estrangulador de vazão ou Capa Bode: Dispositivo destinado à interrupção temporária do fluxo de água da tubulação de polietileno do ramal predial, através da compressão transversal das suas paredes, através de roletes de diâmetro mínimo de 20 mm.
- Cortador de tubos: Ferramenta destinada à execução de cortes e chanfros nos tubos de polietileno para ramal predial. É importante salientar que não se deve utilizar facas, serras, canivetes ou qualquer outro elemento cortante para essa finalidade.

3.3.2 Equipe técnica e aparelhagem para instalação do ramal predial

A instalação do ramal predial em polietileno deve ser executada sempre na presença de um profissional devidamente qualificado para esta atividade. Esta qualificação deve ser feita anualmente ou quando a fiscalização da contratante julgar necessária.

A equipe responsável pela execução ou reparo do ramal predial de água deve dispor de ferramentas apropriadas para o trabalho com conexões de polipropileno ou PVC e tubulações de polietileno:

- chave de correia;
- fita veda rosca;
- cortador de tubos apropriado;
- estrangulador de vazão com diâmetro mínimo dos roletes de 20 mm;
- equipamentos de furação para redes de ferro fundido;
- equipamentos de furação para redes de PVC quando for utilizado registro esfera;
- equipamentos de furação para redes de PVC quando for utilizado registro macho de latão;
- chave em “T”;
- pás;
- picaretas.

3.3.3 Estocagem dos materiais e ferramentas

- Tubos de Polietileno: Os locais em que as bobinas de polietileno puderem permanecer por longos períodos de tempo (por exemplo nos fabricantes, almoxarifados centrais de empreiteiras e da contratante) devem ser cobertos e ventilados, abrigados da ação direta dos raios solares e intempéries. Já nos locais em que os tubos permaneçam por curtos períodos de tempo (como por exemplo depósitos das divisões operacionais das contratantes), pode-se estocar as bobinas ao ar livre. Além disso, devem-se tomar os seguintes cuidados ao se estocar os tubos de polietileno:
 - as bobinas devem ficar na posição horizontal, sobre superfícies planas e limpas;
 - altura máxima de empilhamento limitada a 1,50 m;
 - evitar o contato dos tubos com combustíveis ou solventes.
- Conexões de Polipropileno ou PVC: As conexões devem ser estocadas sobre prateleiras em locais cobertos e ventilados. Devem ser acondicionadas em sacos plásticos ou caixas.
- Ferramentas: As ferramentas devem ser estocadas sobre prateleiras em locais cobertos e ventilados. Devem ser separadas por tipo.

3.3.4 Transporte dos tubos e conexões

O carregamento e o descarregamento dos tubos e conexões devem ser cuidadosos.

As caçambas dos caminhões utilizados no transporte dos tubos e conexões devem ser planas e livres de materiais pontiagudos que possam causar danos aos tubos e conexões.

Durante o transporte, não se deve colocar nenhum material sobre os tubos e conexões, nem prendê-los com correntes de ferro. Somente devem ser utilizadas redes de malha larga ou materiais que não danifiquem as peças.

As bobinas devem ser transportadas na posição vertical e as conexões embaladas em sacos plásticos ou em caixas.

3.3.5 Manuseio dos tubos e conexões

O manuseio dos tubos de polietileno deve ser manual. Deve-se evitar jogar ou arrastar as bobinas de polietileno.

Para a utilização de parte da bobina, a mesma deve ser desamarrada (soltando-se as fitas de amarrar), desenrolada na medida a ser utilizada e então cortada no comprimento desejado.

3.3.6 Execução

O responsável pela equipe de trabalho deverá analisar a planta de localização da rede e o tipo de material da mesma (PVC ou ferro fundido), antes da execução do ramal predial.

O responsável pela equipe de trabalho deve providenciar os materiais necessários à execução do ramal predial junto ao almoxarifado, conferindo a quantidade dos mesmos.

3.3.6.1 Sinalização da vala

Antes da abertura da vala, o responsável pela equipe de trabalho deve verificar se existe autorização para interdição da rua junto aos órgãos competentes.

Caso haja necessidade de interdição da rua, a equipe de trabalho deve sinalizar as esquinas próximas ao local de trabalho para evitar o tráfego de veículos.

Antes de se iniciar a abertura da vala, a mesma deve estar devidamente sinalizada.

A sinalização da vala deve estar de acordo com os códigos normativos dos órgãos pertinentes dos locais onde se realizará a obra.

3.3.6.2 Demarcação da vala

O eixo da vala deve ser demarcado e escavado perpendicularmente ao alinhamento do imóvel, tomando-se como referência de traçado a posição do cavalete.

A largura da vala deve ser demarcada traçando-se linhas auxiliares a 15 cm de cada lado do eixo da vala, delimitando-se a largura em 30 cm.

No encontro do eixo da vala com a projeção da rede de água deve-se demarcar um quadrado de 80 cm x 80 cm. Pode-se diminuir a largura da vala através da utilização de ferramenta denominada chibanca. Nesses casos, procede-se à abertura da vala com 15 cm de largura e executa-se a retirada da terra com a picareta e a chibanca, a qual terá a

função de pá. As dimensões do cachimbo a ser demarcado dependem da profundidade da rede (respeitando-se os limites de 80 cm x 80 cm indicados anteriormente).

3.3.6.3 Escavação da vala

Antes do início da escavação da vala, o responsável pela equipe de trabalho deve verificar a existência de outras tubulações tais como telefonia, eletricidade, gás, TV, etc. Essa verificação pode ser realizada caminhando-se ao longo da rua nas duas direções opostas à vala para identificar possíveis marcas ou poços de visita desses outros sistemas. A verificação de outros sistemas é importante principalmente quando a escavação for mecanizada.

O corte do pavimento asfáltico e do subleito deve ser realizado com martetele pneumático. A retirada do material da pavimentação e do subleito deve ser efetuada com picaretas, pás e pontaletes de aço.

O material do pavimento asfáltico a ser descartado deve ser disposto em local apropriado à sua posterior retirada.

Ao se proceder à escavação da vala deve-se lançar de um lado da vala pedras e materiais pontiagudos (material inicial da escavação) e do outro lado, materiais finos tais como terra e areia.

A profundidade mínima da vala deverá ser de 50 cm para as ruas pavimentadas e de 70 cm para as ruas não pavimentadas.

Em locais onde haja objetos ou formações rochosas que possam causar danos à tubulação deve-se aumentar em 15 cm a profundidade da vala e cobrir o fundo desta com uma camada de terra isenta de pedras e entulhos.

A profundidade da vala no cachimbo dependerá da profundidade da rede de distribuição de água. A rede de água deve estar livre de terra no seu entorno.

3.3.6.3.1 Escoramento

De forma a se garantir a segurança deve-se utilizar escoramento nas seguintes condições:

- valas com mais de 1,20 m de profundidade;
- terrenos de consistência inadequada, independentemente da profundidade;
- proximidade de locais onde se colocam equipamentos que provoquem vibrações no terreno, tais como compressores, bombas de recalque, etc.

3.3.6.4 Derivação da rede de abastecimento

Procedida a escavação no cachimbo, a rede de abastecimento deverá estar livre de terra (inclusive na sua parte inferior) e deve ser limpa para proceder à instalação do registro tipo ferrule, colar de tomada e registro broca, registro macho de latão ou registro esfera.

3.3.6.4.1 Redes de abastecimento em ferro fundido

Para a instalação do ferrule, deve-se proceder da seguinte forma:

VERSÃO PRELIMINAR PARA DISCUSSÃO - SETEMBRO/2003

- Fixar o equipamento de furação sobre a tubulação, utilizando-se a corrente que trabalha como braçadeira. No assentamento da base do equipamento, não esquecer de colocar a vedação de borracha para evitar o vazamento de água após a execução do furo;
- Introduzir e rosquear a broca macho na base do equipamento de furação;
- Acoplar a haste (já com a broca macho rosqueada) na parte superior do equipamento de furação;
- Com o registro do equipamento aberto, girar lentamente a catraca da haste para que a broca perfure o tubo de ferro fundido. Quando não houver mais resistência para a movimentação da catraca, conclui-se que a broca atravessou a parede do tubo e a rosca foi executada. Prosseguindo-se a operação, haverá novamente resistência à catraca indicando, dessa forma, a execução da rosca;
- Afastar a haste do equipamento e fechar o seu registro;
- Retirar a haste do equipamento;
- Rosquear o niple/obturador do ferrule (parte inferior do ferrule) na haste do equipamento de furação. Aplicar de 6 a 8 voltas de fita veda rosca no niple/obturador;
- Acoplar a haste (com o niple) na parte superior do equipamento de furação;
- Abrir o registro do equipamento de furação e girar lentamente a catraca da haste, fazendo com que o niple/obturador do ferrule seja rosqueado na tubulação de ferro fundido;
- Desmontar o equipamento de furação;
- Aplicar de 6 a 8 voltas de fita veda rosca na parte superior do niple/obturador. Rosquear a parte superior do ferrule (com o seu registro fechado) no niple/obturador;
- Rosquear o adaptador (fabricado em polipropileno ou PVC) no ferrule manualmente, e se necessário, dar aperto com chave de correia. Deve-se tomar cuidado para não ser aplicado esforço excessivo no adaptador, devendo-se no entanto, garantir que o encosto da conexão no ferrule tenha sido total. Deve-se aplicar de 6 a 8 voltas de fita veda rosca no adaptador para polietileno;
- Abrir o registro do niple/obturador do ferrule para que o jato de água retire os cavacos. Fechar o registro;
- Proceder à instalação do tubo de polietileno, conforme descrito no item “Instalação do tubo de polietileno” a seguir;
- Abrir totalmente o registro do ferrule;
- Verificar se não está ocorrendo vazamento nas roscas.

3.3.6.4.2 Redes de abastecimento em PVC

Para a instalação do colar de tomada deve-se proceder da seguinte forma:

- Limpar com uma estopa úmida a área do tubo onde será feita a derivação;
- Colocar a parte inferior do colar de tomada;
- Colocar a parte superior (derivação) do colar, tomando o cuidado de alojar corretamente o anel de borracha. Tal procedimento garantirá uma vedação perfeita;

VERSÃO PRELIMINAR PARA DISCUSSÃO - SETEMBRO/2003

- Verificar se os pinos de fixação estão encaixados nas fendas. Logo após, fixar o colar de tomada, encaixando as duas travas nas saliências do mesmo, simultaneamente, até ficarem paralelas, observando as setas indicativas que orientam o sentido de fixação;

Para a instalação do registro de esfera e do adaptador (fabricado em polipropileno ou PVC), deve-se proceder da seguinte forma:

- Verificar se o registro está conectado ao adaptador e aberto. Aplicar de 6 a 8 voltas de fita veda rosca no registro e atarraxá-lo manualmente (na posição perpendicular à rede) no colar de tomada;
- Adaptar a furadeira ao registro, verificando antes se a junta de vedação da furadeira está posicionada, de modo a permitir boa vedação;
- Com uma das mãos segurar o corpo da furadeira e com a outra fazer a perfuração;
- Recuar a broca. Fechar o registro. Retirar a furadeira. Abrir o registro para que o jato d'água retire os cavacos de PVC que a broca deixou ao furar o tubo. Fechar o registro;
- Proceder à instalação do tubo de polietileno, conforme descrito no item "Instalação do tubo de polietileno" a seguir;
- Abrir totalmente o registro;
- Verificar a ocorrência de vazamentos.

Para a instalação do registro broca, deve-se proceder da seguinte forma:

- Aplicar de 6 a 8 voltas de fita veda rosca no registro e atarraxá-lo manualmente (na posição perpendicular à rede) no colar de tomada;
- Retirar o cap superior e perfurar o tubo com chave "T" apropriada;
- Proceder à instalação do tubo de polietileno, conforme descrito no item "Instalação do tubo de polietileno" a seguir;
- Retornar a broca de furação à posição inicial e colocar o cap na parte superior do registro;
- Verificar a ocorrência de vazamentos.

Para a instalação do registro macho de latão deve-se proceder da seguinte forma:

- Verificar se o colar de tomada possui inserto metálico;
- Aplicar de 6 a 8 voltas de fita veda rosca no registro e atarraxá-lo manualmente no colar de tomada;
- Abrir o registro com a chave apropriada e rosquear o equipamento de furação para rede de PVC;
- Fechar o registro;
- Retirar o equipamento de furação e acoplar o cotovelo e o adaptador (com fita veda rosca) ao registro;
- Proceder à instalação do tubo de polietileno, conforme descrito no item "Instalação do tubo de polietileno" a seguir;
- Abrir totalmente o registro;

- Verificar a ocorrência de vazamentos.

3.3.6.5 Instalação do tubo de Polietileno

3.3.6.5.1 Corte do tubo

- O tubo de polietileno utilizado em ramais prediais deve ser cortado com comprimento superior à distância entre o ponto de derivação da rede e o cotovelo instalado no cavalete, de forma que o tubo, em hipótese alguma, fique tracionado;
- O corte do tubo deve ser realizado com cortador próprio para isso. Dessa forma garante-se a conicidade necessária à extremidade do tubo.

3.3.6.5.2 Assentamento do tubo de Polietileno

Ao se assentar o tubo de polietileno (antes de se conectar o tubo ao registro de derivação e ao cotovelo do cavalete) deve-se verificar se o tubo não está estrangulado ou tracionado. Se o tubo estiver tracionado, desbastar a vala até que o ramal fique livremente assentado. O estrangulamento da parede do tubo pode ocorrer quando a distância entre o registro (ou ferrule) e o cavalete for muito pequena. Neste caso deve-se deixar a saída da derivação paralela a rede e promover uma volta do tubo de polietileno (no plano horizontal) em torno dessa derivação (pescoço de ganso).

3.3.6.5.3 Passagem da tubulação sob o meio fio

A passagem da tubulação sob o meio fio (guia e sarjeta) deve ser executada através de um furo na terra, escavando com o auxílio de uma barra de aço de $\frac{3}{4}$ " ou 1". Para se evitar a penetração de terra deve-se, ao se introduzir o tubo de polietileno, utilizar um tampão de madeira (batoque) para vedar sua extremidade. A passagem do tubo sob o meio fio, deve ser feita de forma cuidadosa, para que não ocorram dobramentos ou esforços excessivos no tubo.

3.3.6.5.4 Acoplamento do tubo de Polietileno nas conexões de Polipropileno ou PVC

Ao se introduzir o tubo de polietileno nas conexões de polipropileno ou PVC, deve-se:

- Verificar a presença do anel de borracha nos casos em que o anel fica solto no interior da conexão;
- Desrosquear levemente a conexão (duas ou três voltas de rosca) para afrouxar o sistema de fixação do tubo de polietileno (garra plástica);
- Introduzir o tubo de polietileno manualmente na conexão, forçando-o contra o anel de borracha até a extremidade do tubo ultrapassar o anel;
- Rosquear manualmente a conexão de polietileno de forma a prender o tubo na conexão de polipropileno ou PVC.

3.3.6.6 Reaterro da vala

Ao se proceder o reaterro da vala deve-se observar a seguinte seqüência de operações:

- Verificar se o tubo de polietileno não está em contato com qualquer material pontiagudo que possa danificá-lo;
- Iniciar o aterramento da vala, recobrimdo-se o tubo com uma camada de 15 cm de material fino (terra e/ou areia) isento de pedras. Apiloar com soquete manual esta camada até atingir a compactação próxima do terreno original;
- Efetuar o restante do aterramento com pelo menos mais duas camadas, sendo cada uma apiloada com soquete manual antes do lançamento da camada seguinte (principalmente em ruas não pavimentadas). Não se pode utilizar, para o aterramento, o material resultante da quebra do pavimento asfáltico.

3.3.7 Reparo de vazamentos no ramal predial

Os vazamentos em ramais prediais que utilizam tubos de aço galvanizado devem ser solucionados com a troca do tubo por um de polietileno. Esta troca deve ser realizada respeitando-se os procedimentos descritos no item “Instalação do tubo de polietileno” acima. Caso o tubo de aço galvanizado do cavalete também esteja deteriorado, deve-se efetuar também a sua troca até o medidor. Este trecho de tubo do medidor deve ser substituído por aço galvanizado, pois o tubo de polietileno não possui resistência suficiente para suportar o peso e os esforços do cavalete.

Para se reparar ramais prediais que utilizam tubos de polietileno deve-se respeitar os seguintes procedimentos:

- Todas as vezes em que o vazamento for conseqüência de problemas no tubo, deve-se substituir o tubo de polietileno em toda a sua extensão. É importante salientar que é proibido o dobramento dos tubos, mesmo em situações emergenciais;
- Para se solucionar vazamentos no adaptador junto à derivação da rede, deve-se fechar o registro do ferrule (ou junto ao colar de tomada) e substituir o adaptador;
- No caso de vazamentos verificados na conexão com o cavalete, ou no próprio cavalete, deve-se interromper o fluxo de água através do uso do estrangulador de vazão (capa bode). O estrangulador deve possuir roletes com diâmetro mínimo de 20 mm;
- Nunca devem ser utilizadas câmaras de borracha ou similar, para o reparo de tubos de polietileno.

3.3.8 Supressão temporária do ramal predial em Polietileno

Ao se interromper temporariamente o fornecimento de água a uma residência deve-se observar os seguintes procedimentos:

- Utilizando-se o estrangulador de vazão (capa bode), interromper o fluxo de água nas proximidades da conexão com o cavalete;
- Substituir a conexão com o cavalete por uma união com tampão, no tubo de polietileno;
- Proteger (por exemplo, com saco plástico), o tubo de “entrada “ do cavalete;

- Caso seja desejável restabelecer o fornecimento de água, substituir a união com tampão na extremidade do tubo de polietileno, pela conexão com o cavalete.

3.3.9 Testes de estanqueidade

Antes do reaterro da vala deve-se proceder à verificação da estanqueidade do ramal predial.

A estanqueidade é verificada abrindo-se o registro na válvula ferrule ou no registro macho ou esfera e observando-se se não estão ocorrendo vazamentos pelas conexões, juntas, roscas ou pelo próprio tubo de polietileno.

Caso algum vazamento seja constatado deve-se proceder ao seu reparo e repetir a verificação da estanqueidade.

Caso não seja possível reparar o vazamento deve-se proceder a uma nova execução de todo o ramal predial e repetir a verificação da estanqueidade.

Caso o vazamento seja decorrente de defeito no material, imperceptível à primeira vista, deve-se substituir o material e proceder-se à verificação de estanqueidade. O material defeituoso deve ser guardado e devolvido ao almoxarifado da contratante, com relatório ou laudo apontando o defeito.

3.3.10 Fiscalização dos serviços

Para recebimento dos serviços de execução do ramal predial, a fiscalização da contratante dos serviços deverá verificar:

- Se a equipe que está executando o ramal predial possui um responsável qualificado junto à contratante;
- Se os materiais utilizados e os métodos executivos estão de acordo com o preconizado ao longo deste texto;
- A estanqueidade do ramal predial antes do aterramento da tubulação;
- As condições de assentamento e de aterramento das tubulações, inclusive da compactação e profundidade da ramal predial.

3.3.11 Documentação

O responsável pela equipe de execução deverá preencher uma ficha de serviço onde constam, no mínimo:

- Localização e profundidade da rede;
- Dimensões da vala e do cachimbo;
- Tipo de leito;
- Tipo de serviço executado;
- Quantidade e tipo de material empregado;
- Hora de início e término dos serviços;
- Nome e assinatura do responsável.

A referida ficha deverá ser assinada pelo fiscal responsável da contratante, após as verificações constantes no item anterior.

CAPÍTULO 4: CONCEPÇÃO DE SISTEMAS DE LIGAÇÃO PREDIAL EM POLIETILENO PARA ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA

4.1 Dimensionamento da ligação predial –hidrômetro, cavalete, abrigo do hidrômetro

O projeto de uma rede de abastecimento público de água é desenvolvido de maneira tal que a pressão estática máxima nas tubulações distribuidoras deve ser de 500 kPa e a pressão dinâmica mínima deve ser de 100 kPa. Valores da pressão estática superiores à máxima e da pressão dinâmica inferiores à mínima podem ser aceitos desde que justificados técnica e economicamente. Dessa maneira, os ramais prediais de abastecimento de água estão submetidos a esta faixa de pressão. Pressões maiores implicam numa maior chance de vazamentos, e menores impossibilitam o abastecimento direto ao reservatório superior, de residências de até dois pavimentos.

Dentro destes limites, o polietileno é um material que se aplica muito bem, com uma vida útil, conforme já visto, bastante elevada.

4.1.1 O consumo de água da edificação

A determinação do diâmetro do alimentador predial, 20 ou 32 mm de acordo com o objeto desse estudo em polietileno, é função do consumo de água da edificação. Neste item serão abordadas algumas recomendações para se chegar a essa estimativa de consumo e portanto ao dimensionamento do hidrômetro e do alimentador predial.

Residências unifamiliares de um modo geral, independente do número de ocupantes, podem ser abastecidas através de um ramal predial de 20 mm de diâmetro. Pequenos comércios onde a água não é utilizada senão para consumo humano, também podem ser sempre abastecidos por este diâmetro de ramal predial. Em alguns casos, onde as condições de pressão na rede de abastecimento de água forem bastante reduzidas, pode-se utilizar ligações prediais em diâmetros de 32 mm para essas edificações.

Já para edifícios residenciais de até 120 pessoas, edificações comerciais que se utilizam da água para sua atividade cujo consumo diário ultrapasse a 30 m³, ficando entretanto aquém de 50 m³, deve-se utilizar de uma ligação predial com ramal de ligação em 32 mm.

4.1.2 Hidrômetro

Os hidrômetros usualmente utilizados nas ligações prediais de 20 e 32 mm de diâmetro são os de 1,5 m³/h e os de 3,0 m³/h de vazões máximas, respectivamente. Esses hidrômetros são projetados para, nesses valores máximos de vazão, introduzirem uma perda de carga localizada na instalação limitada a 10 m.c.a. (0,1 MPa).

Esses aparelhos são normalizados pela ABNT e devem sempre possuir aprovação do INMETRO.

4.1.3 Padrão de abrigo de hidrômetro – Cavalete, utilizado pela SABESP em polietileno

No Estado de São Paulo, na região abastecida pela SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, existe um modelo de cavalete para hidrômetro de 20 mm apenas, confeccionado inteiramente em polietileno. Para diâmetros acima deste valor, o material não possui resistência suficiente para suportar o peso do hidrômetro e os esforços envolvidos. Um detalhe desse cavalete é apresentado na seqüência.

4.2 Principais problemas e cuidados com a execução e manutenção dos ramais prediais em polietileno

4.2.1 Análise dos problemas de vazamentos em ligações prediais em polietileno

4.2.1.1 Deficiência na fabricação dos tubos e conexões

Deficiências ocorridas ao longo da cadeia produtiva que implicam no desrespeito às especificações brasileiras ou prejudicam o desempenho dos tubos e conexões:

Problema	Consequência
Ovalização excessiva dos tubos	Dificuldade de inserção do tubo na conexão.
Utilização de matéria prima inadequada	Baixa resistência mecânica; Fragilização do produto; Diminuição da vida útil.
Conexões com trinca na linha de emenda	Ocorrência de vazamento.
Conexões que possuem o anel de borracha em profundidade não uniforme	O anel de borracha não fica uniformemente saliente, favorecendo a ocorrência de vazamentos.

Ovalização excessiva dos tubos: A ovalização excessiva da bobina, além de dificultar a inserção do tubo na conexão, poderá impossibilitar a compressão uniforme do anel de borracha, o que favorecerá a ocorrência de vazamentos.

Utilização de matéria prima inadequada: A utilização de sucata para a transformação de tubos de polietileno para ligações prediais prejudica em muito o desempenho do produto, pois pode comprometer a potabilidade da água, diminuir a resistência mecânica e provocar a fragilização do tubo, e implica na diminuição da vida útil do produto.

Conexões com trinca na linha de emenda: Como consequência direta, a maior probabilidade de ocorrer vazamentos. Isso pode ser ocasionado pelo baixo controle da qualidade na fabricação, por exemplo, pela contaminação do molde de injeção ou pela deficiência de refrigeração durante o processo de injeção.

Conexões que possuem o anel de borracha em profundidade não uniforme: Alguns adaptadores e uniões de polipropileno não possuem o canal para alojamento do anel de borracha em profundidade uniforme. Esta deficiência causada por problemas na usinagem do canal, implica na saliência não uniforme do anel de borracha, prejudicando o seu desempenho e favorecendo a ocorrência de vazamentos.

4.2.1.2 Deficiência na concepção dos produtos e do sistema

Problemas verificados na concepção das peças que prejudicam o desempenho do sistema e/ou obrigam a adoção de medidas corretivas improvisadas:

Problema	Conseqüência
Não incorporação do anel de borracha ao corpo da peça	Colocação inadequada ou até a não colocação do anel, favorecendo a ocorrência de vazamentos.
Alguns adaptadores não suportam o esforço de flexão ocasionado pela carga e trepidação dos veículos	Ruptura da peça; Instalação de niple e cotovelo para não haver transferência de esforços ao adaptador (aumento no número de juntas e custo); Colocação de calço sob os adaptadores (furo e danificação do adaptador).
Deslizamento do colar de tomada em redes de PVC	Descentralização do colar em relação ao orifício de saída da rede, o que implica em vazamentos.
Juntas de material plástico, onde a estanqueidade é garantida pelo aperto da rosca	Aperto excessivo da rosca com utilização da chave de grifo, ocasionando a ruptura da peça e consequentemente, vazamento.

Deslizamento do colar de tomada em redes de PVC: Muitas vezes ocorre o deslizamento do colar de tomada em relação à rede de PVC, principalmente em ramais instalados em valas com profundidade pequena em ruas de terra. Esse problema se deve à trepidação decorrente do tráfego de veículos e provoca a descentralização do colar em relação ao orifício de saída da rede.

Juntas de material plástico, onde a estanqueidade é garantida pelo aperto da rosca: Um dos exemplos de deficiência de concepção do sistema são as juntas que envolvem materiais plásticos, onde a estanqueidade é garantida pelo aperto da rosca. Esta técnica, “herdada” das ligações prediais em aço galvanizado, pode ocasionar a ruptura das conexões devido ao aperto excessivo da rosca com a utilização da chave de grifo. É recomendável que a estanqueidade de juntas mecânicas que envolvam materiais plásticos seja garantida pela compressão uniforme do anel de borracha, sendo a rosca utilizada apenas para travar mecanicamente as peças.

4.2.1.3 Deficiência na instalação da tubulação, incluindo utilização de ferramentas inadequadas e fiscalização deficiente dos serviços

Considera-se aqui, deficiências na instalação aquelas causados por:

4.2.1.3.1 Utilização de ferramentas e equipamentos inadequados;

Capa bode: é comum quando da necessidade de se estrangular a tubulação de polietileno para interrupção do fluxo de água no ramal predial, a utilização de “Capa bode”. Essa ferramenta, quando executada com barras de ferro de ½” ou 1” de diâmetro, não é apropriada para a interrupção no fluxo de água, pois funciona como uma tesoura, cisalhando e muitas vezes danificando o tubo de polietileno. Deve-se utilizar como estrangulador de vazão um equipamento apropriado onde os roletes que pressionam o

tubo tenham diâmetro mínimo de 20 mm e a compressão da tubulação se dê uniformemente, com os roletes comprimindo em paralelo a tubulação.

Facas e pedras: para a introdução da tubulação de polietileno na conexão do tipo “bico de mamadeira” é boa prática se realizar um chanfro na extremidade interna da tubulação, para sua introdução na referida conexão. É comum entretanto, que o corte da tubulação seja realizado com canivete ou faca e que ainda o chanfro se realize com canivete, faca ou pedra. Com a utilização destas ferramentas, o corte da extremidade da tubulação pode não ficar perpendicular, o chanfro pode não ficar uniforme, poderá ter-se dificuldade em se introduzir o tubo na conexão e ainda, formação de superfícies pontiagudas que podem vir a danificar o anel de borracha. Como solução deve ser utilizado cortador apropriado, com capacidade de execução simultânea de corte e chanfro, com o corte do tubo em esquadro e execução uniforme do chanfro.

Chave de grifo para apertar conexões de PVC ou polipropileno: é comum a utilização de chave de grifo no aperto da conexão, junta mecânica com anel de borracha, do adaptador ou união em tubulações de polietileno. Nessas juntas, a vedação se dá pela compressão do anel de borracha, onde o aperto na rosca, manualmente ou com o auxílio de chave de correia, serve exclusivamente para o travamento do conjunto e não para a obtenção da estanqueidade. Devem ser utilizadas apenas conexões onde a estanqueidade se dá dessa maneira, pois inevitavelmente, o aperto excessivo de conexões plásticas pode levar a ruptura da peça, ocasionando vazamentos.

4.2.1.3.2 Técnicas construtivas inadequadas, incluindo problemas na estocagem das peças, manuseio, recebimento e instalação dos tubos e conexões;

Dentre as causas mais freqüentes de vazamentos em ramal predial, pode-se citar:

- Furo em tubulação de polietileno (defeito de material);
- Reaterro contendo pedras, que provoca furos nos tubos de polietileno: deve-se proceder a uma separação do material escavado para utilização no reaterro. Recomenda-se a separação do material proveniente da quebra do pavimento do retirado da escavação propriamente dita. Com isso, evita-se que materiais pontiagudos fiquem em contato direto com a tubulação de polietileno;
- Instalação de tubulação de polietileno sem folgas ou seja, o tubo fica esticado entre as suas extremidades: como consequência, ter-se-á uma transmissão de esforços de tração ao adaptador, podendo ocasionar o desengate do tubo de suas conexões. Recomenda-se que o tubo seja cortado com um comprimento no mínimo, 10% maior que a distância medida;
- Material do tubo de polietileno de baixa qualidade;
- Não preparação do fundo da vala e compactação do reaterro: além da possibilidade de materiais pontiagudos ficarem em contato com o tubo, quando o fundo da vala for de material rochoso, deve-se aumentar a sua profundidade em 15 cm para a realização de um berço com material isento de pedras e entulhos para a acomodação da tubulação. Quando da má compactação do reaterro, há a transferência excessiva

de cargas à tubulação. Deve-se portanto, reaterrar e compactar o solo em camadas, sendo a primeira com materiais isento de pedras. Após o apiloamento desta primeira camada, pode-se efetuar o restante com pelo menos mais duas camadas sendo cada uma apiloada com soquete manual antes do lançamento da camada seguinte, principalmente em ruas não pavimentadas. Não se deve utilizar o material restante da quebra do pavimento asfáltico;

- Pequena profundidade do ramal predial: como consequência, transmissão excessiva de cargas à tubulação. Deve-se ter entre 50 e 70 cm de profundidade mínima de reaterro, em vias pavimentadas e não pavimentadas, respectivamente;
- Utilização de conexões desnecessárias: ocasionando aumento no número de juntas. Os adaptadores devem ser instalados diretamente no ferrule e no cavalete do hidrômetro. É comum, quando do comprimento inadequado do tubo do ramal predial, o seu prolongamento através de um pedaço de tubo e dois novos conectores, aumentando-se desnecessariamente o número de conexões;
- Rompimento do adaptador de PVC (azul) e polipropileno (preto);
- O operário arrasta o tubo de polietileno;
- Corte defeituoso e o não acabamento das pontas do tubo de polietileno;
- Desinformação do operário quanto aos métodos de utilização do polietileno: um dos problemas que existem da não formação da mão de obra para a execução do serviço com a utilização de um novo material pode ser visto quando da colocação de um calço sob o adaptador na saída do ferrule, antes do reaterro, para se evitar a flexão deste. Como consequência desta prática, existe a possibilidade de dano do adaptador ou mesmo do tubo. O procedimento correto, seria a adequada compactação do solo para minimizar os efeitos de flexão no adaptador.

Por vezes, é comum a realização de uma substituição parcial do ramal de ligação predial, quer este seja feito de polietileno ou outro material. Essa prática possibilita a ocorrência de vazamento no trecho não substituído, além do aumento no número de juntas no ramal, uma vez que a causa deste vazamento não foi eliminada (tubulação enferrujada, no caso de ferro ou o contato de materiais pontiagudos com o tubo, no caso do polietileno);

Outras vezes, é usual a execução do cavalete do hidrômetro com tubos de polietileno. Essa prática não é recomendada, pois o polietileno não possui a rigidez necessária para ser utilizado nesta função.

Enfim, a não qualificação da mão de obra para uma atividade específica, pode levar a que consertos emergenciais se tornem soluções definitivas para os problemas, à falta de equipamentos e ferramentas apropriadas no local da obra, à falta de manutenção nos equipamentos e à falta de peças, induzindo a adoção de soluções inadequadas;

- Pressão excessiva (estática ou dinâmica) na ramal.

4.2.1.3.3 Fiscalização deficiente dos serviços;

Existe uma forte tendência, quando se trata de novos produtos e materiais, à ausência de critérios e metodologia para a fiscalização dos serviços e atividades, ausência de fiscalização dos serviços executados e dependência da fiscalização em relação à empreiteira.

4.2.1.4 Deficiência na operação do sistema

4.2.2 Proposição de medidas que diminuam as perdas d'água nesse sistema

Controle de perdas

Devido à importância do controle e redução de perdas físicas em sistemas de abastecimento, este item aborda algumas recomendações a serem seguidas quando da concepção, projeto, execução, operação e manutenção de redes de abastecimento público de água.

A principal origem das perdas físicas de água em um sistema público de abastecimento está nas redes de distribuição e nos ramais prediais. As redes de distribuição apresentam as maiores dificuldades operacionais do sistema de abastecimento, justamente por serem obras enterradas e estarem espalhadas por grandes áreas urbanas (para maiores informações, ver Documento Técnico de Apoio – DTA C1). Desta forma, os envolvidos devem proporcionar facilidades operacionais e de manutenção, contribuindo para a definição das regras operacionais do sistema.

O efetivo controle de perdas físicas pode ser realizado através de quatro atividades complementares:

- gerenciamento de pressão;
- controle ativo de vazamentos;
- velocidade e qualidade dos reparos; e
- gerenciamento da infra-estrutura.

Nota: o controle de perdas físicas é tratado nos documentos do PNCDA – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água.

- Documento Técnico de Apoio DTA C2 Panorama dos Sistemas Públicos de Abastecimento no País – Casos selecionados de estratégias de combate ao desperdício, relata algumas iniciativas de prestadores de serviços, no sentido de controlar perdas. Dentre os relatos, podemos citar casos da SABESP (São Paulo), SANEPAR (Paraná), CESAN (Espírito Santo), COMPESA (Pernambuco) e CAESB (Distrito Federal), e
- Documento Técnico de Apoio DTA C1 Recomendações Gerais e Normas de Referência para Controle de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento do Programa

Controle de pressões

O gerenciamento de pressões procura minimizar as pressões do sistema e a faixa de duração de pressões máximas, enquanto assegura os padrões mínimos de serviço para os consumidores. Estes objetivos são obtidos pelo projeto específico e setorização dos sistemas de distribuição, pelo controle de bombeamento direto na rede (boosters) e/ou pela introdução de válvulas redutoras de pressão.

O controle de pressão possibilita:

- reduzir o volume perdido em vazamentos, economizando recursos de água e custos associados;
- reduzir a frequência de arrebentamentos de tubulações e conseqüentes danos que têm reparos onerosos, minimizando também as interrupções de fornecimento e os perigos causados ao público usuário de ruas e calçadas;
- prover um serviço com pressões mais estabilizadas ao consumidor, diminuindo a ocorrência de danos às instalações internas dos usuários até a caixa d'água (tubulações, registros e bóias); e
- reduzir os consumos relacionados com a pressão da rede, como por exemplo, a rega de jardins, lavagens de veículos e pátios, etc.

Nota: o controle de pressões é tratado no documento do PNCD – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água, DTA D1 – Documento Técnico de Apoio – Controle de Pressão na Rede. Este documento apresenta a descrição e aplicação dos sistemas de medição, instrumentação e equipamentos disponíveis, além de processos de medição.

Toda a rede de abastecimento público deve ter ainda, em seus arquivos e cadastros:

- Manual de operação, controle e manutenção, incluindo as condições de operação normal e em situação de emergência;
- Procedimentos para isolamento dos setores de manobra, as operações, medição, detecção de vazamentos e controle de perdas nos setores de medição;
- Ensaios de estanqueidade.

Capítulo 5 - Bibliografia

A seguinte bibliografia abaixo relacionada foi utilizada na elaboração deste Documento Técnico de Apoio:

- (1) NBR 8415:1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Verificação da resistência à pressão hidrostática interna
- (2) NBR 8417:1999 – Sistemas de ramais prediais de água – Tubos de polietileno PE - Requisitos
- (3) NBR 9023: 1985 - Termoplásticos - Determinação do índice de fluidez - Método de ensaio

VERSÃO PRELIMINAR PARA DISCUSSÃO - SETEMBRO/2003

- (4) NBR 9058: 1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Determinação do teor de negro de fumo
- (5) NBR 10924: 1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Verificação da dispersão de pigmentos
- (6) NBR 11931:1992 - Método padrão de teste para densidade de plásticos pela técnica de gradiente de densidade
- (7) NBR 14299: 1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Verificação da estabilidade dimensional
- (8) NBR 14300:1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos, conexões e composto de polietileno PE - Determinação do tempo de oxidação induzida
- (9) NBR 14301: 1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Determinação das dimensões
- (10) NBR 14302: 1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Determinação da retração circunferencial
- (11) NBR 14303: 1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Verificação da resistência ao esmagamento
- (12) NBR 14304:1999 - Sistemas de ramais prediais de água - Tubos de polietileno PE - Determinação da densidade de plásticos por deslocamento
- (13) NBR14464:2000 - Tubos e conexões de polietileno PE 80 e PE 100 - Execução de solda de topo
- (14) NBR14465:2000 - Tubos e conexões polietileno PE 80 e PE 100 - Execução de solda por eletrofusão
- (15) NBR 14472:2000 - Tubos e conexões de polietileno PE80 e PE100 - Qualificação do soldador
- (16) Catálogo de Produtos e instruções de montagem – Polietileno – Tigre S/A Tubos e Conexões
- (17) peCP29 - Sistemas Enterrados para Adução e Distribuição de Água e Esgoto Sanitário sob Pressão - Requisitos para Tubos de Polietileno PE 80 e PE 100
- (18) pmCP 80 - Tubos de polietileno PE Ag para condução e distribuição de água - Verificação da resistência à tração - Método de ensaio
- (19) ISO TR9080 - Thermoplastics pipes for the transport of fluids - Standard extrapolation method for the long-term resistance to constant internal pressure - Test Method
- (20) Catálogo Durapipe Glynwed Plastics Ltd, Polyethylene Pipework Systems, Technical Data and Dimensions, June 1992, England

VERSÃO PRELIMINAR PARA DISCUSSÃO - SETEMBRO/2003

- (21) The Complete Programme for PE and PVC pressure pipes – Catalogue and application technology; George Fischer; Sweden; 1993
- (22) Danieleto, José Roberto B., Tubos de Polietileno e Polipropileno – Características e Dimensionamento vol.I, Ed. Medialdéa 1990
- (23) Janson, Lars-Eric. Plastic Pipes for Water Supply and Sewage Disposal. Borealis. Estocolmo, 1999
- (24) D. Le Roux, L-E Ahlstrand, Borealis AB Sweden e H. Espersen, Wavin AS Denmark – Plastics Pipeline Systems for the Millennium – 14-17 setembro 1998, Svenska Mässan Centre, Göteborg, Sweden 1998
- (25) R. F. Stokes, University of East London e K. Edwards, Anglian Water Services – Plastic Pipes – Do They Have a Future for the Water Industry in the New Millennium, Plastics Pipeline Systems for the Millennium – 14-17 setembro 1998, Svenska Mässan Centre, Göteborg, Sweden 1998;
- (26) Design and Engineering Guide for polyethylene piping, CSR Poly Pipe, 1999
- (27) The Complete Programme for PE and PVC pressure pipes – Catalogue and application technology; George Fischer; Sweden; 1993