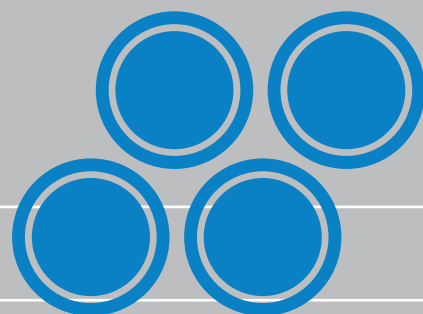


**Construção, operação e
manutenção de redes de
distribuição de água**

Abastecimento de água



Guia do profissional em treinamento

Nível 2

Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental - ReCESA



CUIDADO!
OBRA NA VIA
TRANSVERSAL

SEINF/AMC SERI-INCO

**Construção, operação e
manutenção de redes de
distribuição de água**

Abastecimento de água

Guia do profissional em treinamento

Nível **2**

1ª. Edição

Promoção Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA

Realização Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nucase | Núcleo Sul de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nucasul | Núcleo Centro-Oeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nureco | Núcleo Regional Nordeste – Nurene

Instituições integrantes do Nucase Universidade Federal de Minas Gerais (líder) | Universidade Federal do Espírito Santo | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Universidade Estadual de Campinas

Instituições integrantes do Nucasul Universidade Federal de Santa Catarina (líder) | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Universidade do Vale do Rio dos Sinos | Universidade de Caxias do Sul

Instituições integrantes do Nureco Universidade de Brasília (líder) | Universidade Federal de Mato Grosso do Sul | Universidade Federal de Goiás

Instituições integrantes do Nurene Universidade Federal da Bahia (líder) | Universidade Federal do Ceará | Universidade Federal da Paraíba | Universidade Federal de Pernambuco

Financiamento Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP/ CT-Hidro do Ministério da Ciência e Tecnologia | Fundação Nacional de Saúde do Ministério da Saúde | Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades

Apoio organizacional Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS

2ª. Edição revisada

Promoção Rede de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – ReCESA

Realização Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental – Nucase

Instituições integrantes do Nucase Universidade Federal de Minas Gerais (líder) | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Universidade de São Paulo | Universidade Federal de Viçosa | Universidade Federal de Lavras

Financiamento Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades | CT-Hidro do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

Execução Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Apoio organizacional Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA

Comitê gestor da ReCESA

- Ministério das Cidades
- Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
- Ministério do Meio Ambiente
- Agência Nacional de Águas
- Ministério da Educação
- Ministério da Integração Nacional
- Ministério da Saúde
- Fundação Nacional de Saúde – Funasa
- Caixa Econômica Federal
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social
- Núcleos Regionais – Nucase, Nurene, Nucasul

**Construção, operação e
manutenção de redes de
distribuição de água**

Abastecimento de água

Guia do profissional em treinamento

Nível **2**



1ª. Edição

Conselho Editorial Temático Nucase

Valter Lúcio de Pádua – UFMG
Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira – UFSCAR
Edumar Coelho – UFES
Ilene Christie Figueiredo – UFRJ

Conselho Editorial Temático Nucasul

Luis S. Miranda – UFRGS
Ramon Lucas Dalsasso – UFSC
Juliano Rodriguez Gimenez – UCS

Conselho Editorial Temático Nureco

Cristina Célia Silveira Brandão – UnB
José Vicente Granato de Araújo – UFG
Robert Schiaveto de Souza – UFMS

Profissionais que participaram da elaboração dos guias

Nucase: Guia “Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água”

Professor Valter Lúcio de Pádua

Consultores Aloísio de Araújo Prince, Jorge Martins
Borges (Conteudistas) |
Izabel Chiodi Freitas (Validadora)

Bolsistas Luiza Clemente Cardoso |
Simão Voloch Neto

Nucasul: Guia “Operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água”

Consultores Ramon Lucas Dalsasso, Pércles Alves
Medeiros, Tages Dalacorte, Marcelo Luiz Emmendoerfer,

Wellington Silva Baldo (Conteudistas) | Luiz Monteggia
(UFRGS), Dieter Wartchow (UFRGS), Adinaldo S. Fraga
(DMAE) (Colaboradores)

Bolsistas Daniel Weiss | Matheus Rosa | Talins Pires de
Souza

Coordenação Nudeme Oscar Eduardo Patrón Guillermo **Nureco: Guia “Manutenção de ramais (Bombeiro hidráulico)”**

Professor José Goes de Vasconcelos Neto
Consultor Manoel Eliton de Almeida (Conteudista)

Créditos

Consultoria pedagógica Cátedra da Unesco de Educação a Distância – FaE/UFMG
Juliane Corrêa | Sara Shirley Belo Lança

Projeto gráfico Marco Severo | Rachel Barreto |
Romero Ronconi

2ª. Edição revisada – Revisão do guia do Nucase com incorporação de informações dos guias do Nucasul e do Nureco

Profissionais que participaram da revisão deste guia

Professor Valter Lúcio de Pádua

Consultores Fabiana de Cerqueira Martins (Revisão de conteúdo) | Abadia Ribeiro da Silva Coutinho (Revisão gramatical) | Fernanda Gonçalves Oliveira (Revisão pedagógica) | Izabel Cristina Chiodi de Freitas (Validadora)

Bolsistas Marina Filardi Granato (Revisão de conteúdo) | Gabriel Reis (Revisão de conteúdo) | Patrícia Ester Mendonça Soares (Revisão da diagramação)

Diagramação C4 Comunicação e Design

É permitida a reprodução total ou parcial desta publicação, desde que citada a fonte.

Apresentação da ReCESA

A criação do **Ministério das Cidades**, em 2003, trouxe para a agenda oficial do Estado os imensos desafios urbanos. Nesse contexto, a então criada **Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA)** inaugurou um paradigma que busca tornar o saneamento uma política pública, com sustentabilidade institucional e ambiental, promotora de desenvolvimento e de redução das desigualdades sociais. Trata-se de uma concepção de saneamento em que a técnica e a tecnologia são colocadas a favor da prestação de um serviço público e essencial.

A missão da SNSA ganhou maior relevância e efetividade com a agenda do saneamento para o quadriênio 2007–2010, haja vista a decisão do Governo Federal de destinar, dos recursos reservados ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), 40 bilhões de reais para investimentos em saneamento.

Nesse novo cenário, a SNSA propõe ações em capacitação como um dos instrumentos estratégicos para a modificação de paradigmas, o alcance de melhorias de desempenho e da qualidade na prestação dos serviços e a integração de políticas setoriais. O projeto de estruturação da **Rede de Capacitação e Extensão tecnológica em Saneamento Ambiental (ReCESA)** constituiu importante iniciativa nessa direção.

A ReCESA foi criada com o propósito de reunir um conjunto de instituições e entidades com o objetivo de coordenar o desenvolvimento de propostas pedagógicas e de material didático, bem como promover ações de intercâmbio e de extensão tecnológica que levem em consideração as peculiaridades regionais e as diferentes políticas, técnicas e tecnologias, visando capacitar profissionais para a operação, manutenção e gestão dos sistemas de saneamento.

Para a estruturação da ReCESA foram formados núcleos regionais e um comitê gestor nacional. Cabe à SNSA, orientar, supervisionar e acompanhar todo o processo de estruturação e funcionamento da Rede, bem como coordenar o comitê gestor.

Por fim, cabe destacar que o projeto ReCESA foi bastante desafiador para todos nós, que constituímos, inicialmente, um grupo formado, predominantemente, por profissionais da engenharia, que compreendeu a necessidade de agregar outros olhares e saberes, ainda que para isso tenha sido necessário “contornar todos os meandros do rio, antes de chegar ao seu curso principal”.

Adaptação da mensagem do comitê gestor da ReCESA

Os Núcleos

A ReCESA foi constituída através de Núcleos Regionais de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental, coordenados por instituições de ensino superior (IES), publicamente qualificadas, e tendo como coexecutoras outras IES. No sul foi constituído o **Nucasul**, no nordeste o **Nurene**, no centro-oeste o **Nureco** e no sudeste **Nucase**, que tiveram como objetivo, em um primeiro ciclo, o desenvolvimento de atividades de capacitação para profissionais na área de saneamento, nos diversos estados do Brasil. As Universidades que coordenaram esse primeiro ciclo foram, no sul, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), no nordeste, a Universidade Federal da Bahia (UFBA), no centro-oeste, a Universidade de Brasília (UnB) e, no sudeste, a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Esse ciclo se iniciou em 2006 e se encerrou em 2009. O maior legado deste primeiro ciclo foi o desenvolvimento de uma pedagogia própria denominada **PEDAGOGIA DO SANEAMENTO**, centrada no mundo do trabalho e na construção e reconstrução de saberes teóricos e práticos.

Atendendo aos requisitos de abrangência temática e de capilaridade regional, as universidades que integraram os núcleos tiveram, sempre que possível, como parceiros, em seus estados, prestadores de serviços de saneamento e entidades específicas do setor.

Em julho de 2011 foi iniciado o segundo ciclo da rede e foram mantidos os núcleos Nucasul, Nurene e Nucase, coordenados pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Federal de Pernambuco (UFPE) e Federal de Minas Gerais (UFMG), respectivamente. Foram mantidas também várias das universidades coexecutoras e muitos dos parceiros regionais ou locais. Não foi formado neste ciclo o núcleo do centro-oeste e continua sem formação de núcleo a região norte do País.

As principais atividades neste novo ciclo, que deve se encerrar em julho de 2013, são: consolidação da proposta pedagógica da ReCESA e dos recursos didáticos produzidos no primeiro ciclo; desenvolvimento de uma proposta e materiais didáticos para a educação à distância; desenvolvimento de indicadores para avaliação da efetividade das ações de capacitação; desenvolvimento de um projeto para alfabetização profissional e desenvolvimento de uma proposta para certificação profissional.

Adaptado da mensagem original dos coordenadores institucionais dos Núcleos.

Recursos didáticos desenvolvidos

A coletânea de materiais didáticos produzidos pela ReCESA no primeiro ciclo foi composta por 70 guias que foram utilizados em oficinas de capacitação para profissionais que atuam na área do saneamento. Esses materiais didáticos versam sobre o manejo de águas pluviais urbanas, sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos urbanos e os denominados temas transversais que tratam de temas que perpassam todas as dimensões do saneamento e áreas com interface direta como saúde pública, educação ambiental, planejamento, meio ambiente, geoprocessamento e recursos hídricos.

Os guias dos profissionais em treinamento serviram de apoio às 240 oficinas de capacitação realizadas no primeiro ciclo que somaram cerca de 5.670 horas. Essas oficinas de capacitação contaram com a participação de, no mínimo, 4.000 profissionais em saneamento com grau de escolaridade variando da semialfabetização ao terceiro grau. Os guias têm uma identidade visual e uma abordagem pedagógica que visa estabelecer o diálogo e a troca de conhecimentos entre os profissionais em treinamento e os instrutores. Para tanto, foram tomados cuidados especiais com a forma de abordagem dos conteúdos, tipos de linguagem e recursos de interatividade.

Também foram desenvolvidas plataformas pedagógicas como a mídia virtual chamada **bacia hidrográfica virtual** (BHV) e minirredes de água e esgoto, ainda por serem consolidadas.

Apresentação da área temática:

Abastecimento de água

A série de guias relacionada ao abastecimento de água resultou do trabalho coletivo que envolveu a participação de dezenas de profissionais. Os temas que compõem esta série foram definidos por meio de um diagnóstico que permitiu levantar a oferta e qualificar a demanda, realizado em 2005 pela SNSA, através do Programa de Modernização do Setor Saneamento – PMSS.

Os temas abordados nesta série dedicada ao abastecimento de água incluem: *Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água; Operação e manutenção de estações de tratamento de água; Gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento de água; Amostragem, preservação e caracterização físico-química e microbiológica de águas de abastecimento.*

Certamente há muitos outros temas importantes a serem abordados, mas considera-se que este é um primeiro e importante passo para que se tenha material didático, produzido no Brasil, destinado a profissionais da área de saneamento que raramente têm oportunidade de receber capacitação e atualização profissional.

Coordenadores da área temática de abastecimento de água

Sumário

Introdução.....	11
Aspectos sanitários das redes de distribuição de água.....	14
Sistemas de abastecimento de água.....	14
Qualidade da água e saúde	28
Aspectos construtivos, operacionais e de manutenção das redes de distribuição de água	40
Interpretação de projetos de rede de distribuição de água.....	40
Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água.....	50
Especificações de tubos, juntas, válvulas, acessórios e conexões.....	77
Controle de perdas de água em redes de distribuição de água.....	85
Noções de gerenciamento de perdas de água	85
Simulação hidráulica e automação de redes de distribuição de água.....	91
Para saber mais	104

Introdução

Caro Profissional

Para que a água esteja disponível assim que abrimos uma torneira, ela passa por um longo processo que começa na captação e termina na distribuição aos usuários do sistema de abastecimento de água. As redes de distribuição precisam ser construídas de maneira adequada, levando em conta as características da região e as necessidades da população, e exigem uma equipe sempre pronta para operá-las e repará-las quando necessário. Essa equipe, da qual você faz parte, tem grande responsabilidade com a saúde das pessoas que utilizam a água tratada.

Mas se a água já foi tratada, o que pode interferir em sua qualidade nessa etapa do abastecimento?

Além de a água correr risco de ser contaminada durante essa etapa, também temos o problema das perdas da mesma, que impedem que ela chegue em quantidade adequada aos usuários.

Abordaremos, ao longo desse guia, aspectos importantes da construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água. Para uma melhor compreensão do tema, organizamos esse guia nos seguintes conceitos-chave:

1. Aspectos sanitários de redes de distribuição de água;
2. Aspectos construtivos, operacionais e de manutenção de redes de distribuição de água;
3. Controle de perdas de água em redes de distribuição de água.

Neste guia do profissional em treinamento estão os textos, atividades e outras informações que usaremos durante essa oficina.

Esperamos que sua participação nessa atividade estimule a troca de experiências, desperte a consciência do papel social do seu trabalho e acrescente algo mais nos seus conhecimentos sobre a importância sanitária na etapa da distribuição de água. E que esses conhecimentos sejam úteis para você como profissional, responsável pela água distribuída em sua cidade, e como cidadão, preocupado com a preservação do meio ambiente e com a saúde da população.

Antes de seguirmos adiante, sugerimos que você faça a próxima atividade, refletindo um pouco sobre o serviço de abastecimento de água.



Para ler e refletir

A atividade a seguir propõe que você reflita, individualmente, sobre a importância da qualidade da água para a saúde e bem-estar das pessoas a partir de um acontecimento noticiado em um jornal eletrônico.

Vigilância epidemiológica investiga surto de diarreia em escola

Um surto de diarreia e vômitos atingiu alunos da Escola Alegria de Crescer (EAC) na semana passada, em Capivari.

Cerca de 48 atendimentos na Unimed Capivari detectaram que crianças na faixa etária de 2 a 5 anos, estudantes da mesma escola, apresentavam sintomas semelhantes como fortes dores abdominais, vômitos e diarreia.

O pediatra Emerson Guimarães de Oliveira atendeu 5 crianças com os mesmos sintomas, na quinta-feira, 22, em seu consultório. Ele conta que a sintomatologia dessas crianças era dor abdominal de forte intensidade acompanhada de vômitos, e algumas ainda apresentavam diarreia. O médico afirma que ao verificar a semelhança entre os casos, comunicou imediatamente a responsável pela vigilância epidemiológica do município e solicitou que a vigilância sanitária também fosse acionada para realizar o diagnóstico epidemiológico e possível diagnóstico etiológico do surto.

A orientadora pedagógica da escola, Nancy Pacheco Marturano Matavelli, afirma que comunicou à Vigilância Sanitária o ocorrido, na sexta-feira, 23, após várias ligações de pais de alunos da escola que apresentaram os mesmos sintomas de vômito, diarreia e dores abdominais.

A Vigilância Sanitária esteve na EAC logo após a solicitação do pediatra, analisou todo o prédio, a cantina e colheu amostras de água. Descartada a hipótese de intoxicação alimentar, as amostras foram enviadas ao Instituto Adolfo Lutz, em São Paulo.

Como medidas de segurança, a escola suspendeu as aulas na sexta-feira, 23, e retornou na última segunda, 26. Um comunicado explicando a situação foi enviado a todos os pais. Durante o recesso, toda a escola foi higienizada com cloro e álcool e disponibilizada água mineral para todas as pessoas que fazem parte da instituição.

Fonte: Jornal O Semanário Regional – 30 de março de 2012 – <http://www.osemanario.com.br/blog/?p=2611>

Sabendo que a escola é atendida por sistema de abastecimento de água e possui caixa d'água e instalações hidráulicas, responda às perguntas a seguir.

Qual(is) pode(m) ser a(s) possível(is) causa(s) do surto de diarreia nessas crianças?

.....

.....

Se apenas uma das crianças tivesse sido acometida por diarreia, qual(is) seria(m) a(s) possível(is) explicação(ões) para isso?

.....

.....

.....

Imagine que o surto tivesse ocorrido na residência de uma das crianças, que também é atendida pelo sistema de abastecimento de água, e que seus irmãos também tivessem ficado doentes e que não tivesse ocorrido nenhum caso parecido na região. Onde poderia ter acontecido a contaminação?

.....

.....

.....

Considerando a situação anterior, agora, imagine se as crianças morassem em um mesmo bairro. Onde a água poderia ter sido contaminada?

.....

.....

.....

Caso as crianças morassem em uma mesma cidade, mas em bairros diferentes, onde a água poderia ter sido contaminada?

OBJETIVOS:

- Identificar os fatores que interferem no abastecimento de água dentro de uma bacia hidrográfica.
- Relembrar as unidades de um sistema de abastecimento de água.
- Comentar a importância do abastecimento de água e das demais áreas do saneamento para a saúde das pessoas.
- Relembrar as doenças relacionadas à falta de saneamento.
- Discutir os padrões de potabilidade da água estabelecido pelo Ministério da Saúde.

Aspectos sanitários das redes de distribuição de água

Vamos começar nossa oficina sobre redes de distribuição de água discutindo o abastecimento de água no contexto da bacia hidrográfica. A seguir vamos lembrar as unidades que compõem um sistema de abastecimento de água e lembrar a importância do abastecimento de água e das outras áreas do saneamento para a saúde das pessoas.

Sistemas de abastecimento de água

Água de fácil acesso e boa qualidade é fundamental à saúde e ao bem estar dos seres humanos. O sistema de abastecimento de água, assim como as demais áreas do saneamento, tem como objetivo proteger a saúde das pessoas. Para um bom planejamento e para o funcionamento correto do sistema é fundamental conhecer as características da bacia hidrográfica na qual o sistema de abastecimento de água está situado. Vamos tratar desse assunto na atividade a seguir, que tem como objetivo auxiliar na identificação dessas características. Logo após discutiremos sobre a bacia hidrográfica e por último lembraremos as unidades dos sistemas de abastecimento de água.



Questão para discussão

Em grupo, responda e discuta as questões a seguir.

O que é um sistema de abastecimento de água? Quais os principais componentes desse sistema?

O que é uma bacia hidrográfica?

Que características da bacia hidrográfica devem ser observadas no planejamento do sistema de abastecimento de água?

Agora será feita uma exposição oral sobre o abastecimento de água no contexto da bacia hidrográfica. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas que você e seu grupo apresentaram antes.

Conhecer as características da bacia hidrográfica na qual o sistema de abastecimento de água está situado é fundamental para um bom planejamento e para o funcionamento correto do sistema.

Bacia hidrográfica

Bacia hidrográfica é uma área natural cujos limites são definidos pelos pontos mais altos do relevo. Esses pontos são chamados de divisores de água ou espigões dos montes ou montanhas.

Dentro da bacia, a água da chuva é drenada superficialmente por um curso de água principal até sua saída, no local mais baixo do relevo, esse local é chamado foz do curso de água.

Fonte: <http://www.manage.ufr.br/Bacia/Bacilabapoana.html>



Figura 1: Bacia hidrográfica.

Para garantir a quantidade e a qualidade da água dos mananciais e das nascentes que os alimentam, deve-se manter a vegetação natural no seu entorno e nas encostas, e também tomar alguns cuidados no uso e preparo do solo para diminuir a velocidade das enxurradas e aumentar a infiltração de água no solo. Qualquer alteração no meio ambiente dentro de uma bacia hidrográfica terá consequências em toda a bacia.

Você sabe por que é importante diminuir a velocidade das enxurradas e aumentar a infiltração?

Se a velocidade das enxurradas é diminuída e a infiltração aumentada, a quantidade de água subterrânea aumentará. Para que isso aconteça, devemos proteger a vegetação natural do solo e evitar sua impermeabilização.

Em uma bacia hidrográfica, as áreas que se situam antes do ponto de captação do sistema de abastecimento de água estão à montante e as áreas localizadas depois estão à jusante.

As atividades realizadas à montante e à jusante merecem tanto a atenção dos trabalhadores do sistema de água e da comunidade quanto a região em torno do ponto de captação de água. Devem-se impedir ações e atividades que possam prejudicar a quantidade e a qualidade da água do manancial.

Atualmente, o planejamento governamental e a atuação das comunidades tendem a ser feitos por bacias hidrográficas. Assim, foram formados os Comitês de Bacia Hidrográfica.



Figura 2: Regiões à montante e à jusante do ponto de captação de água.

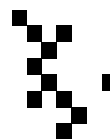
Você sabe o que são os Comitês de Bacia Hidrográfica? Há no seu município ou região Comitê de Bacia? O órgão onde você trabalha participa?



Os Comitês de Bacias Hidrográficas tomam decisões relacionadas à água. Cada região tem ou terá um Comitê de Bacia, que pode ser dividido em Subcomitês, permitindo cada vez mais que os usuários possam gerir suas águas. Os comitês são compostos por vários representantes que partilham o uso da água. Fazer parte de um comitê é uma ótima forma de fazer valer seus direitos de cidadão e de participar da preservação dos mananciais!

Bacia Hidrográfica Virtual

Devido à importância de se observar as características da bacia hidrográfica no planejamento e na implantação e operação dos serviços de saneamento, as oficinas de capacitação da ReCESA contam com a Bacia Hidrográfica Virtual, BHV. A BHV é uma mídia virtual, para ser utilizada como uma plataforma pedagógica aonde você encontrará



textos, vídeos e imagens sobre saneamento, inseridos em uma bacia hidrográfica com três cidades virtuais e diversas representações do uso e ocupação do solo urbano e rural como mineração, agricultura, preservação de áreas, como também comunidades tradicionais quilombolas ou indígenas.

Conversamos um pouco sobre bacia hidrográfica. Agora vamos relembrar as etapas que compõem um sistema de abastecimento de água.

Unidades dos sistemas de abastecimento de água

Um sistema de abastecimento é uma solução coletiva para fornecer água a uma comunidade. Nele, a água é retirada da natureza, tratada e transportada até os consumidores.

Você sabia que a adoção de uma solução coletiva para o abastecimento facilita a construção, a operação e a manutenção das unidades do sistema e o controle sobre a qualidade da água consumida pela população?

Você conhece outras soluções coletivas de abastecimento de água?

Além dos sistemas de abastecimento de água, existem outras soluções coletivas de abastecimento de água. São soluções alternativas como torneiras públicas, caminhões-pipa etc.

Observe o sistema de abastecimento de água representado na figura e, individualmente, responda às questões a seguir.

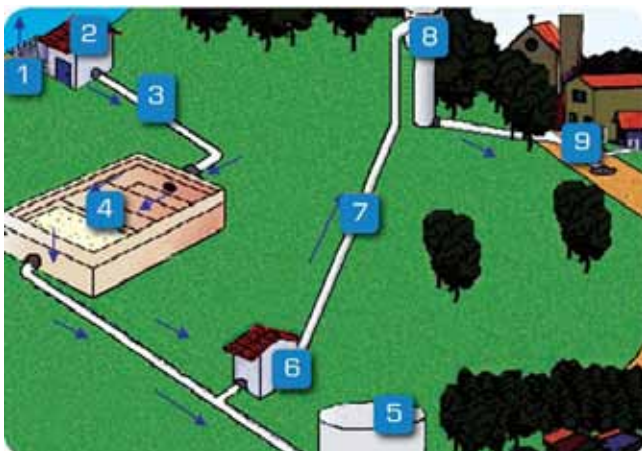


Figura 3: Sistema de abastecimento de água.

Identifique, na figura, as unidades do sistema de abastecimento de água e enumere a coluna abaixo.

- | | |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Estação elevatória de água tratada | <input type="checkbox"/> Estação de tratamento de água |
| <input type="checkbox"/> Rede de distribuição | <input type="checkbox"/> Adutora de água tratada |
| <input type="checkbox"/> Estação elevatória de água bruta | <input type="checkbox"/> Reservatório apoiado |
| <input type="checkbox"/> Reservatório elevado | <input type="checkbox"/> Adutora de água bruta |
| | <input type="checkbox"/> Captação |

Sempre que alguma dúvida estiver impedindo você de compreender o exercício, pergunte ao instrutor ou ao monitor!

Marque com um "X" a resposta correta.

A adutora de água bruta indicada na figura é uma:

- ☐ adutora por gravidade em conduto livre
- ☐ adutora por gravidade em conduto forçado
- ☐ adutora de recalque

A adutora de água tratada indicada na figura é uma:

- ☐ adutora por gravidade em conduto livre
- ☐ adutora por gravidade em conduto forçado
- ☐ adutora de recalque

Agora será feita uma exposição oral sobre as etapas do sistema de abastecimento de água. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas do exercício que você e seus colegas acabaram de resolver.

Um sistema de abastecimento de água é dividido em etapas, que vão desde a captação na fonte de água escolhida até a distribuição da água tratada.

As etapas de um sistema de abastecimento são:

Captação

Captação é a etapa onde se retira a água da fonte que alimenta o sistema de abastecimento de água. Essa fonte é o **manancial**.



Fonte: <http://www.alina.com.br/img/empresa/img.jpg>

Figura 4: Captação de água.



Fonte: <http://www.alina.com.br/img/empresa/img.jpg>

Figura 5: Manancial superficial

Existem dois tipos de manancial:

Manancial superficial: constituído pelos corpos d'água superficiais. São os rios, riachos, lagos, represas etc.

Fonte: <http://www.brasilescola.com/geografia/aguas-subterraneas.htm>



Manancial subterrâneo: São os lençóis freáticos e artesianos. A água pode subir à superfície sob a forma de fontes ou nascentes, ou ser elevada artificialmente por meio de bombas.

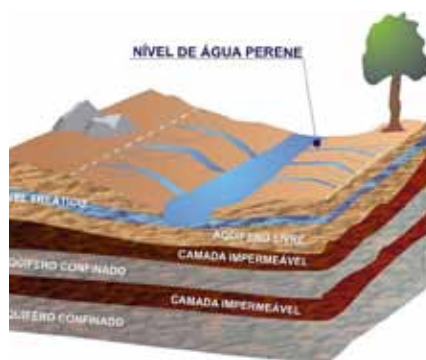
De que tipo é o manancial que abastece sua cidade?

Figura 6: Manancial subterrâneo:
Águas subterrâneas emergindo para a superfície.

Você sabia?

Lençol freático: aquele em que a água se encontra livre, com sua superfície sob a ação da pressão atmosférica. É uma água mais sujeita à poluição e contaminação que o lençol artesiano, por estar mais próxima da superfície do solo.

Lençol artesiano (lençol confinado): aquele em que a água se encontra confinada por camadas impermeáveis do subsolo, sob ação de pressão superior à pressão atmosférica. É menos sujeito à poluição e contaminação devido à proteção da rocha impermeável que fica sobre ele. Mesmo assim, se não for protegido, a sua água poderá ser comprometida em quantidade e qualidade.



Fonte: <http://www.scribhome.com.br/contenidos/figuras/figura-23.jpg>

Figura 7: Águas subterrâneas.

Vimos que no lençol artesiano a água se encontra sob ação de pressão superior à pressão atmosférica. Você sabe o significado de pressão atmosférica?

Fonte: Adaptado de http://www.fisicadeciencias.com.br/serie07/imagens/07_01_01.gif



Figura 8: A pressão depende:
a) do peso (intensidade da força)
b) da área de apoio

Vamos primeiro lembrar o que é pressão. O conceito de pressão tem grande importância para quem lida com o sistema de distribuição de água. As unidades do sistema estão submetidas à pressão da água, à pressão do ar, e em alguns casos, à pressão do solo.

A pressão depende do valor da força exercida e da área onde a força é aplicada.

Duas das unidades bastante usadas para medir pressão são o **quilograma força por centímetro quadrado** (Kg/cm^2) e o **MegaPascal** (Mpa) [1 milhão de vezes a pressão de 1 Pascal (Pa)].

A unidade de pressão é chamada Pascal em homenagem a **Blaise Pascal**, filósofo, físico e matemático francês do século XVII que, entre outros trabalhos, desenvolveu pesquisas e demonstrações sobre a **pressão atmosférica**.



Retrato por anônimo do Século XVII

Figura 9: Blaise Pascal.

Para medir pressões elevadas, usamos uma unidade denominada **1 atmosfera** (1 atm). Esse valor corresponde à pressão exercida pela atmosfera terrestre em regiões ao nível do mar.

Utilizamos também como unidade de pressão o **mca** (metro de coluna d'água), que é a pressão que uma coluna de água de 1 metro de altura produz.

Você sabia?

Vivemos mergulhados em uma imensa massa de ar, que é a nossa atmosfera, constituída de gases: oxigênio, gás carbônico, vapor d'água etc. A atmosfera exerce uma pressão sobre os corpos nela mergulhados, chamada **pressão atmosférica**.

Assim como os gases da atmosfera, a água exerce pressão, em todas as direções, sobre corpos nela mergulhados. A água contida em um recipiente exerce pressão também sobre as paredes internas desse recipiente.

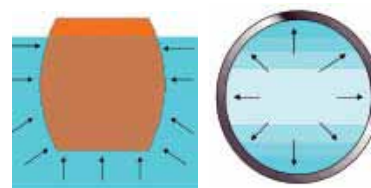


Figura 10: Pressão do líquido sobre o corpo nele mergulhado e pressão da água sobre as paredes de um recipiente.



Atividade

Observe a figura 11. Quando o decantador estava cheio, a pressão exercida pela água (internamente) e a pressão exercida pelo ar (externamente) se equilibravam.

Depois que a água foi extraída rapidamente do recipiente, diminuindo a pressão interna, a pressão externa exercida pelo ar (pressão atmosférica) fez com que o decantador fosse esmagado.



Figura 11: Decantador deformado por pressão atmosférica.

Como essa deformação do recipiente durante seu esvaziamento poderia ser evitada? Quais as consequências econômicas e sanitárias de problemas desse tipo?



Adução

Adução é a etapa onde a água é transportada de uma unidade do sistema à outra. Esse transporte é feito nas adutoras.

Adutora de água bruta: transporta água que ainda não passou pela etapa de tratamento.

Adutora de água tratada: transporta água tratada.

As adutoras podem ainda ser classificadas como:

Adutora por gravidade em conduto livre: nesse tipo de adutora, a água escoar sempre em declive, mantendo uma superfície livre sob o efeito da pressão atmosférica. Os condutos não funcionam com seção plena (totalmente cheios).

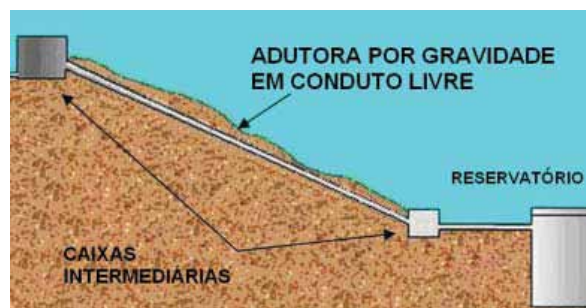


Figura 12: Adutora por gravidade em conduto livre

Adutora por gravidade em conduto forçado: nesse tipo de adutora, a pressão interna é sempre superior à pressão atmosférica e, tratando-se de um conduto por gravidade, a água move-se em sentido descendente.



Figura 13: Adutora por gravidade em conduto forçado.

Adutora de recalque: quando, por exemplo, o local da captação estiver em um nível inferior, que não possibilite a adução por gravidade, é necessário o emprego de equipamento de recalque (conjunto moto-bomba e acessórios). Nesse caso, diz-se que a adução é feita em condutos forçados por recalque.



Figura 14: Adutora de recalque.

Você sabia?

Adutoras de recalque e carga hidráulica

É chamada carga hidráulica a soma da energia que a água possui devido à sua pressão com a energia devida à sua velocidade.

Em adutoras de recalque, a bomba aumenta a carga hidráulica, possibilitando que a água suba.

Após a etapa de bombeamento a adutora geralmente trabalha em conduto forçado. Isso ocorre para que não se perca a carga hidráulica fornecida pela bomba. Quando a água precisa atingir pontos mais altos são necessárias estações elevatórias (bombas).



Figura 15: Estação elevatória.

Tratamento da água

Na etapa do tratamento, a água bruta é submetida a tratamento para que se torne água potável.



Figura 16: Estação de tratamento de água.

Para a água ser consumida, ela deve passar por um tratamento? Você sabe como as pessoas de sua região obtinham água para consumir antes de existir a estação de tratamento de água na qual você trabalha, Profissional?



Sistema de distribuição

O sistema de distribuição é composto por dois conjuntos de unidades: **reservatórios** e **redes de distribuição**.

Reservatórios: a principal função dessa unidade do sistema é compensar a diferença entre a **vazão** de consumo e a vazão de produção em um sistema de abastecimento de água.

Você sabia?

Vazão é o volume de água que, em uma unidade de tempo, escoar em um conduto ou curso d'água.

Para o estabelecimento das **vazões de distribuição** devem ser consideradas:

- As vazões para atender às áreas específicas de consumo de água. As características de ocupação tornam as áreas distintas das áreas vizinhas em termos de concentração demográfica e de categoria dos consumidores presentes (comercial, industrial, público e residencial);
- As vazões demandadas pelos grandes consumidores, chamados consumidores singulares;
- As vazões das áreas de expansão (lugares com tendência de crescimento).

No dimensionamento das redes de distribuição, utiliza-se a vazão da hora de maior consumo, no dia também de maior consumo.

No Brasil, os picos de consumo de água não são muito altos. Você imagina o porquê?

A reservação de água permite suprimir as horas de maior consumo sem aumento na atividade das unidades de tratamento de água.

Os reservatórios permitem, também:

- A continuidade do abastecimento mesmo com os equipamentos parados, para uma eventual manutenção;
- Atender às demandas de emergência, como combate a incêndios;
- Manter pressão mínima ou constante na rede diminuindo os custos com a rede de distribuição.

Como os reservatórios mantêm a pressão mínima ou constante na rede de distribuição?

Os reservatórios de água podem ser classificados quanto à sua posição do terreno (enterrado, semienterrado, apoiado e elevado) e sua localização em relação à rede de distribuição (reservatório de montante e reservatório de jusante).

O reservatório de montante é situado à montante (antes) da rede de distribuição, para abastecimento normal.



Figura 17: Reservatório apoiado.

Você conhece as funções do reservatório de jusante?

Um reservatório de jusante fica à jusante (depois) da rede de distribuição e recolhe a água que não é consumida, reservando-a para suprir o consumo em caso de interrupção no abastecimento ou nos picos de consumo.

Os reservatórios podem ser construídos em diversos materiais: alvenaria, concreto, aço, fibra de vidro, madeira. São mais frequentes, no Brasil, os reservatórios em concreto armado.

Para entender o funcionamento dos reservatórios, vamos começar entendendo o comportamento dos **vasos comunicantes**.

Consideremos dois recipientes, que não precisam ser do mesmo tamanho nem possuir a mesma forma, cujas bases estão ligadas por meio de um tubo. Dizemos que esses recipientes são vasos comunicantes.

Ao colocarmos um líquido nesse conjunto de vasos observaremos que esse líquido atinge alturas iguais em todos os recipientes, independente da quantidade de recipientes unidos pelo tubo ou da forma desses tubos.

Essa propriedade permite que a água do reservatório do sistema de distribuição chegue às caixas d'água de consumidores sem a necessidade de uma bomba elevatória.

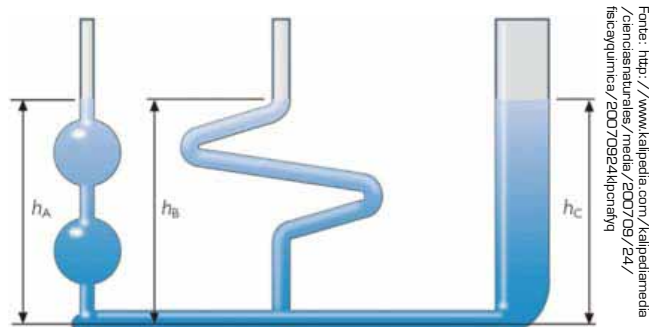


Figura 18: Vasos comunicantes.

Quanto mais elevado estiver o reservatório de água em relação ao tubo que ele alimenta, maior será a pressão da água nesse tubo.

Por isso, a pressão da água costuma ser expressa em metros de coluna d'água (mca).

Para cumprir o papel de manter a pressão adequada nas tubulações, a localização do reservatório deve ser bem definida, levando em conta a topografia e o consumo da região que abastece.

Rede de distribuição: sua função é transportar a água tratada até as residências, edifícios comerciais, indústrias e locais públicos.

Quais peças e conexões compõem a rede de distribuição de água?



.....

.....

.....

Até aqui vimos as principais etapas de um sistema de abastecimento de água e a importância de serem observadas as características naturais da bacia hidrográfica na qual o sistema está inserido. Agora vamos falar um pouco sobre a importância desse sistema para a saúde das pessoas.

Qualidade da água e saúde

O abastecimento de água, assim como as demais áreas do saneamento, é um conjunto de ações que tem como objetivo proteger a saúde das pessoas. Nesta unidade, vamos relembrar as medidas que devem ser tomadas para garantir a eficiência desse serviço ao cumprir esse objetivo.



Questões para discussão

Em grupo, responda e discuta as questões a seguir.

Que fatores podem comprometer a qualidade da água durante a etapa de distribuição?

No seu dia a dia, no trabalho, você já se deparou com um caso de contaminação da água durante a etapa de distribuição? De que forma ocorreu a contaminação? Como o problema foi resolvido?

Que cuidados devem ser tomados para evitar a contaminação da água na etapa de distribuição?

Agora será feita uma exposição oral sobre saneamento, saúde e doenças de veiculação hídrica. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas do exercício que acabou de resolver.

Saneamento e saúde

Para garantir um adequado sistema de saneamento e o direito à saúde, não podemos considerar o abastecimento de água como um sistema isolado. Mas sim, precisamos compreender a importância das outras áreas do saneamento (gestão de resíduos sólidos, do manejo de águas pluviais e dos sistemas de esgotamento sanitário) para a qualidade da água que bebemos.

Ao analisar a definição de saúde e saneamento feita pela Organização Mundial de Saúde (OMS) percebemos, claramente, esta relação.

Saúde – “Estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade”.

Saneamento – “Controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeito nocivo sobre o seu bem-estar físico, mental ou social”.

Sabemos que a qualidade da água interfere na saúde da população, vamos discutir agora os benefícios de se utilizar água de qualidade. Vamos discutir também a transmissão e os cuidados para se evitar algumas das doenças relacionadas com a água.

Água e saúde

A água de qualidade e em quantidade adequada traz muitos benefícios para a população, como:

- Melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade;
- Diminuição da mortalidade infantil;
- Aumento da esperança de vida da população;
- Diminuição dos casos de doenças veiculadas pela água;
- Adoção de hábitos de higiene pela população;
- Diminuição dos gastos com saúde;
- Facilidade para instalação de comércio e indústrias, onde a água é utilizada como matéria prima ou utilizada no processo produtivo.

O acesso à água de qualidade traz muitos benefícios às pessoas, como a melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade. Isso porque muitas doenças estão relacionadas à falta de saneamento. Realizando a atividade a seguir, vamos lembrar algumas dessas doenças.



Fonte: http://www.ordeningenheiros.pt/Portale/O/Ing88-Lei_Agua_2.jpg



Fonte: http://farm3.static.flickr.com/2373/2519639178_ebbae1b01d.jpg?v=0



O quadro a seguir, de informações sobre veiculação, sintomas e prevenção de doenças relacionadas com a água, não está completo. Preencha os espaços vazios para completá-lo.

Grupo de doenças	Formas de veiculação	Principais doenças
Transmitidas por e alimentos contaminados por fezes.	O organismo (agente causador da doença) é ingerido.	– diarreias e disenterias, como a cólera e a giardíase – febre tifoide e paratifoide – leptospirose – amebíase – hepatite infecciosa – ascaridíase ou
Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água).	A falta de água e a pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação.	– infecções na e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionado com pio- lhos, e a escabiose
Associadas à água (uma parte do ciclo de vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático).	O patógeno penetra pela ou é ingerido.	– esquistossomose ou
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água.	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	– malária – febre amarela – dengue – filariose ou

O controle de veiculação de doenças relacionadas à falta de abastecimento de água e saneamento, em geral, deve ser feito pelas seguintes ações:

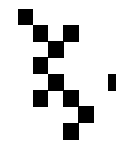
- Educação sanitária;
- Melhoria da higiene pessoal, doméstica e dos alimentos;
- Utilização e manutenção adequadas das instalações sanitárias;
- Manejo de águas pluviais;
- Tratamento da água;
- Tratamento e disposição adequada dos resíduos (lixo e esgoto);
- Medidas de controle de vetores.



Fonte: <http://www.felipacomarroz.com.br/república/00450020.jpg>

Figura 19: Criança com esquistossomose.

Bacia Hidrográfica Virtual



Conheça algumas doenças veiculadas pela água no *software* “**Bacia Hidrográfica Virtual**” e as formas de reconhecê-las, evitá-las e tratá-las.

Além dos microrganismos patogênicos, a água, por sua capacidade de dissolver quase todos os compostos químicos, pode carregar substâncias como agrotóxicos, metais, ou elementos radioativos, que, dependendo da quantidade, podem causar problemas à saúde.

Você sabe dizer quando a água está adequada para o consumo humano? Vamos discutir essa e outras questões sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano a seguir. Antes, vamos discutir algumas questões em grupos.

Questões para discussão



Em grupo, responda e discuta as questões a seguir.

Quem faz a vigilância da qualidade da água? E quem realiza o controle?

No caso de notarem, como profissionais, alterações na qualidade da água, a quem devem informar?

Como usuários do serviço de abastecimento de água tratada em sua cidade, que providências devem tomar se receberem água de baixa qualidade em suas casas?

.....

.....

.....

Portaria MS nº. 2.914/2011

Para que a água distribuída aos consumidores não ofereça risco à saúde, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº. 2.914/2011.

Essa Portaria estabelece os padrões de potabilidade, que servem de parâmetros para a vigilância e o controle da qualidade da água. São os valores máximos permitidos (VMPs) e os valores recomendáveis para alguns parâmetros indicadores da qualidade da água. É fundamental que você, como profissional que atua no abastecimento de água, conheça bem os padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano.

Você sabia?

Sobre vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano

Vigilância: conjunto de ações de responsabilidade do órgão municipal de fiscalização (autoridade de saúde pública) adotadas para verificar o cumprimento dos padrões de potabilidade, levando-se em consideração os aspectos socioambientais e a realidade local, com o intuito de avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana.

Controle: conjunto de atividades realizadas durante o tratamento da água, pelo próprio operador do serviço de abastecimento de água, de forma a verificar e assegurar a manutenção da potabilidade da água fornecida à população.

A Portaria MS nº. 2.914/2011 estabelece também normas para o plano de amostragem, inclusive localização dos pontos de coletas de amostras.

No plano de amostragem são definidos, basicamente, o número e a localização dos pontos de amostragem e os parâmetros a serem analisados.

Os principais pontos de amostragem são localizados próximos a áreas com grande circulação de pessoas (como terminais rodoviários), edifícios com grupos populacionais de risco (como hospitais), trechos vulneráveis do sistema de distribuição (como ponta de rede) e locais onde são comuns os casos de doenças de veiculação hídrica.

No município onde você trabalha, onde é feita a coleta de amostras para análises da qualidade da água? Quais parâmetros são analisados?

Você sabia?

O avanço nas pesquisas e o desenvolvimento de novos estudos sobre viabilidade analítica para determinação e identificação de diversas variáveis de qualidade da água, assim como o acúmulo de conhecimento sobre diversos aspectos da saúde, do meio ambiente e de suas inter-relações, dentre outros fatores, tornam possível a melhoria dos procedimentos de controle e a revisão do número e tipos de parâmetros a serem avaliados como padrões de potabilidade. Dessa forma, a Portaria MS nº. 2.914/2011 estabelece o monitoramento de 99 parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos (propriedades vinculadas aos sentidos: cheiro, sabor, cor etc.) de qualidade da água, em substituição à Portaria MS nº. 518/2004, a qual exigia a avaliação de 80 parâmetros.

As portarias estabelecem parâmetros de controle e vigilância que nem sempre são implementados na sua plenitude, entretanto isto não desobriga os operadores dos serviços de saneamento e os titulares legais desses serviços e dos serviços de saúde pública de terem como meta urgente implementar essas portarias normativas; elas seguem padrões internacionais e está comprovado que a sua observância minimiza ou elimina problemas graves para a saúde da população e para o meio ambiente.

Agora, você acompanhará a realização das análises dos parâmetros turbidez, cor, pH e cloro residual livre.

Anote os resultados, para compará-los com os valores que constam na Portaria MS nº. 2.914/2011.

Lembre-se de que na Portaria constam dezenas de outros parâmetros que precisam ser monitorados periodicamente para se avaliar a qualidade da água tratada e distribuída à população.

Monitoramento da qualidade da água

Análise de turbidez

A determinação da turbidez das amostras é realizada utilizando um **turbidímetro**.

Resultado da análise:.....

A turbidez é a alteração na aparência da água que a torna turva.

A perda da transparência da água é causada pela presença de sólidos em suspensão.

Além de causar aparência desagradável, os sólidos em suspensão podem causar agravos à saúde servindo de abrigo para microrganismos se protegerem dos produtos usados na desinfecção da água, como, por exemplo, o vírus da Hepatite A, cistos do protozoário *Giardia* spp. e oocistos do protozoário *Cryptosporidium* spp..

A Portaria nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que a turbidez da água, na rede de distribuição, não pode ultrapassar 5,0 uT (unidades de turbidez). Para a água filtrada, o VMP da turbidez é de 0,5 uT, para filtração rápida, e de 1,0 uT, para filtração lenta. A turbidez máxima da água filtrada deve ser atingida conforme as metas progressivas definidas pela Portaria, como mostrado na tabela a seguir, em um período de quatro anos após a publicação da mesma.



Figura 20: Turbidímetro

Tabela de metas progressivas para atendimento ao valor máximo permitido de 0,5 uT para filtração rápida e de 1,0 uT para filtração lenta (BRASIL, 2011).

Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)		
Período após a publicação da Portaria	Turbidez ≤ 0,5 uT	Turbidez ≤ 1,0 uT
Final do 1º ano	Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas	No restante das amostras mensais coletadas
Final do 2º ano	Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas	
Final do 3º ano	Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas	
Final do 4º ano	Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas	
Filtração Lenta		
Período após a publicação da Portaria	Turbidez ≤ 1,0 uT	Turbidez ≤ 2,0 uT
Final do 1º ano	Em no mínimo 25% das amostras mensais coletadas	No restante das amostras mensais coletadas
Final do 2º ano	Em no mínimo 50% das amostras mensais coletadas	
Final do 3º ano	Em no mínimo 75% das amostras mensais coletadas	
Final do 4º ano	Em no mínimo 95% das amostras mensais coletadas	

Análise de cor

A determinação da cor das amostras pode ser realizada pelo **método colorimétrico**, utilizando um colorímetro, ou por meio de um espectrofotômetro.

Resultado da análise:.....

A água é de natureza incolor. Alterações em sua aparência são causadas pela presença de impurezas de origem natural (matéria orgânica em decomposição, metais como ferro e manganês etc.) ou provenientes de resíduos industriais ou domésticos (tinturas e outras substâncias). Essas impurezas podem apresentar risco à saúde, mas não são tóxicas, e fazem com que a água fique com uma aparência desagradável.

A Portaria nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece, para cor aparente, o valor máximo de 15 uH (unidades Hazen) como padrão de aceitação para consumo humano.



Figura 21: Colorímetro.



Análise de pH

A determinação do pH das amostras é realizada pelo **método do pHmetro**. Nesse método o pH da amostra é medido por um aparelho calibrado com soluções padrão (soluções de pH conhecido).

Resultado da análise:.....

A medida do potencial hidrogeniônico, pH, indica se uma substância é ácida, neutra ou básica.

A escala de pH varia de 0 a 14:

- Soluções neutras têm pH igual a 7,0;
- Soluções ácidas têm pH menor que 7,0;
- Soluções básicas têm pH maior que 7,0.



Figura 22: pHmetro.

O controle do pH é muito importante no processo de tratamento de água. Ele costuma ser corrigido antes ou depois de algumas etapas do tratamento para melhorar o desempenho de alguns produtos químicos utilizados durante o processo.

Monitorar o pH também evita problemas com corrosão e formação de crostas indesejadas nas tubulações e nos equipamentos que fazem parte do sistema de abastecimento de água. Falaremos mais adiante sobre a importância do controle do pH para a conservação das redes de distribuição.



Fonte: Environment Canada (<http://www.es.gc.ca/>)

Figura 23: Escala de pH.

A Portaria nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água, no sistema de distribuição, seja mantido entre 6,0 e 9,5.

Análise do cloro residual livre

A determinação da concentração de cloro residual pode ser realizada pelo método do comparador colorimétrico.

Nesse método, é adicionado o reagente DPD à amostra. A cor adquirida é comparada a um escala de cores em um aparelho. A leitura do cloro residual livre é feita em miligramas por litro (mg/L).

DPD (dialquil - 1,4-fenilenodiamino) é uma substância que reage com o cloro formando um produto com cor.



Figura 24: Disco comparador.

Resultado da análise:.....

A Portaria MS nº. 2.914/2011 estabelece que, após a desinfecção, a água deve conter teor mínimo de cloro residual livre de 0,2 mg/L, para garantir a qualidade microbiológica da mesma. E recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2,0 mg/L, mas o valor máximo permitido é de 5,0 mg/L. O cloro (e outros produtos utilizados no tratamento da água), assim como os remédios, quando aplicados na dose certa eles nos curam, mas o excesso deles pode causar dano à saúde.

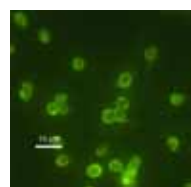
Turbidez, cor, pH e cloro residual livre são parâmetros físico-químicos de qualidade da água. São listados também na Portaria, padrões microbiológicos. Um importante parâmetro microbiológico é a presença de coliformes na água.

Coliformes são os principais indicadores de contaminação fecal. Os coliformes são um grande grupo de bactérias dentro do qual estão os coliformes termotolerantes e a *Escherichia coli*.

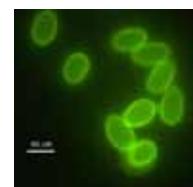
A Portaria MS nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde estabelece que, após a desinfecção, nenhuma amostra pode apresentar *Escherichia coli*.

Você sabia?

A Portaria nº. 2.914/2011 do Ministério da Saúde trouxe um avanço em relação à Portaria nº. 518/2004 no que diz respeito ao monitoramento de microrganismos patogênicos. A nova Portaria traz uma abordagem mais específica sobre o controle dos protozoários *Cryptosporidium* spp. e *Giardia* spp., determinando que os serviços de abastecimento de água devem realizar monitoramento desses organismos no(s) ponto(s) de captação caso seja identificada média geométrica anual de *E. coli* maior ou igual a 1.000/100 mL. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, a Portaria estabelece atendimento gradual de padrão de turbidez, num período de quatro anos, com intuito de atingir valores inferiores a 0,5 uT. Além disso, estabelece, também, a redução da turbidez da água filtrada para valor menor ou igual a 0,3 uT em 95% das amostras mensais quando for obtida uma média aritmética – considerando um número mínimo de 24 amostras uniformemente coletadas ao longo de um período mínimo de um ano e máximo de dois anos – superior a 3,0 oocistos de *Cryptosporidium* spp./L no(s) pontos(s) de captação de água.



Fonte: <http://www.epa.gov/microbes/cplseq1.html>



Fonte: <http://www.epa.gov/nerlowww/gda/seq1.html>

Figura 25: Oocistos de *Cryptosporidium* spp. e cistos de *Giardia* spp.

Caro Profissional, até agora vimos a importância do saneamento para a saúde e bem estar das pessoas e as formas de evitar as doenças veiculadas pela água. Vimos também que existe uma Portaria do Ministério da Saúde que estabelece parâmetros para a qualidade da água destinada ao consumo humano.

Em nosso próximo encontro, vamos relembrar os cuidados necessários para evitar que a água seja contaminada na etapa de distribuição de água.

Teremos uma atividade prática e, para isso, será interessante que você venha vestido como se fosse para um serviço de manutenção de redes em campo.

Vamos retomar nossos assuntos discutidos em nosso primeiro dia de oficina em uma atividade em grupo.



Vamos analisar duas pequenas comunidades fictícias desprovidas de sistema de distribuição de água onde será implantado em breve um sistema de captação e tratamento simplificado de água oriunda de um poço artesiano.

Em grupos, vamos definir qual a melhor forma de distribuir para os membros dessa comunidade a água tratada.

Comunidade 1 – Uma vila construída para abrigar os trabalhadores de uma siderúrgica que acaba de construir uma unidade de produção em uma região pouco habitada de um município da região Sudeste do Brasil.

Comunidade 2 – Uma comunidade rural localizada na região do semiárido da região Nordeste do Brasil.

Iniciamos nossa oficina sobre redes de distribuição de água lembrando a importância do saneamento para a saúde das pessoas. Vimos também as etapas que compõem o sistema de abastecimento e definimos alguns conceitos relacionados à distribuição de água. Nessa próxima etapa, vamos trabalhar aspectos de grande importância na construção e interpretação de projetos de rede de distribuição de água.

OBJETIVOS:

- Trabalhar a interpretação de projetos de redes de distribuição de água.
- Lembrar as informações necessárias para planejar e para implantar uma rede de distribuição de água.
- Discutir alguns problemas enfrentados pelos profissionais na rotina de operação e manutenção de redes.
- Lembrar alguns conceitos técnicos relacionados às redes de distribuição de água.
- Recordar as normas de segurança necessárias à preservação da saúde dos profissionais que constroem e operam as redes de distribuição de água.

Aspectos construtivos, operacionais e de manutenção de redes de distribuição de água

Para construir, operar e realizar manutenções necessárias nas redes de distribuição de água, vários aspectos devem ser considerados. Nessa unidade vamos começar falando dos projetos de redes de distribuição. Em seguida discutiremos alguns aspectos técnicos da rotina de construção, operação e manutenção de redes e por fim falaremos dos tipos de materiais mais utilizados em redes de distribuição de água.

Interpretação de projetos de rede de distribuição de água

A interpretação correta do projeto da rede de distribuição é o primeiro passo para a construção de uma rede de distribuição de água adequada. Essa boa interpretação é importante também para organizar bem um serviço de manutenção e para operar a rede de maneira correta.



Questões para discussão

Em grupo, responda e discuta as questões a seguir.

A figura 26 é uma planta sem escala de uma minirrede. Seu grupo receberá essa mesma planta em escala para que observem melhor os detalhes do projeto.

Você sabia?

As minirredes são plataformas de treinamento que serão utilizadas durante algumas oficinas de capacitação oferecidas pela ReCESA.

Nela, serão realizadas aulas práticas das oficinas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem de águas pluviais.

Na **Bacia Hidrográfica Virtual**, você poderá testar seus conhecimentos sobre representação de elementos das redes de distribuição em projetos.

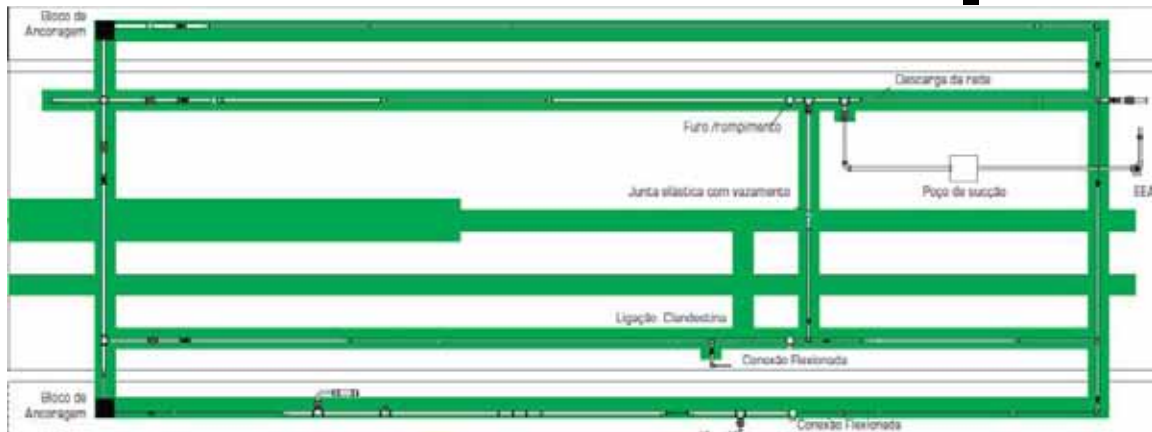
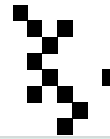


Figura 26: Planta de uma minirrede de abastecimento de água.

Vocês conseguiriam, a partir desse projeto, implantar a minirrede de distribuição de água? Quais dúvidas surgiram durante a análise do projeto? Quais problemas você identificou na minirrede?

.....

.....

.....

Imaginem que vocês foram encarregados de fazer o projeto para a construção de uma rede de distribuição de água. De quais dados vocês precisam para construir esse projeto? Onde iriam buscar esses dados?

.....

.....

.....

.....

.....

Façam, na folha de papel que foi entregue junto à planta, uma lista-gem dos materiais necessários à construção da rede.

Agora será feita uma exposição oral sobre redes de distribuição de água. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complemente as respostas do exercício que acabou de resolver.

Rede de distribuição de água

A rede de distribuição é a estrutura do sistema mais integrada à realidade urbana. É constituída de um conjunto de tubulações interligadas instaladas ao longo das vias públicas ou nos passeios, junto aos edifícios, conduzindo a água aos pontos de consumo (residências, edifícios comerciais, escolas, hospitais etc.).

A rede é composta de tubulações principais, alimentadas pelo reservatório de montante ou pela adutora em conjunto com o reservatório de jusante.

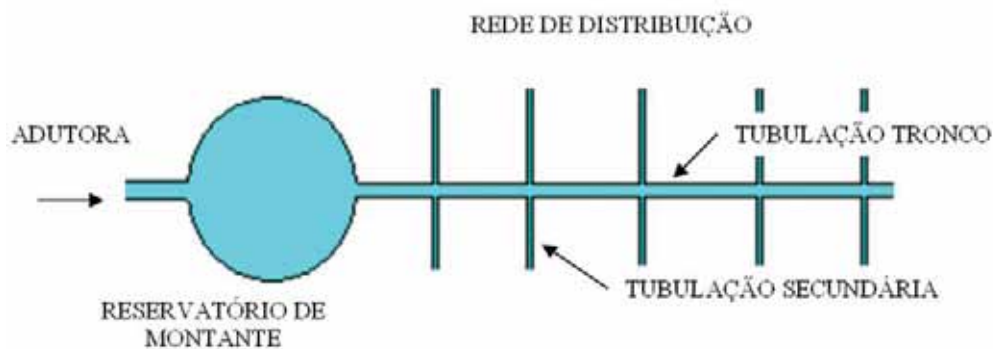


Figura 27: Rede servida por reservatório de montante.

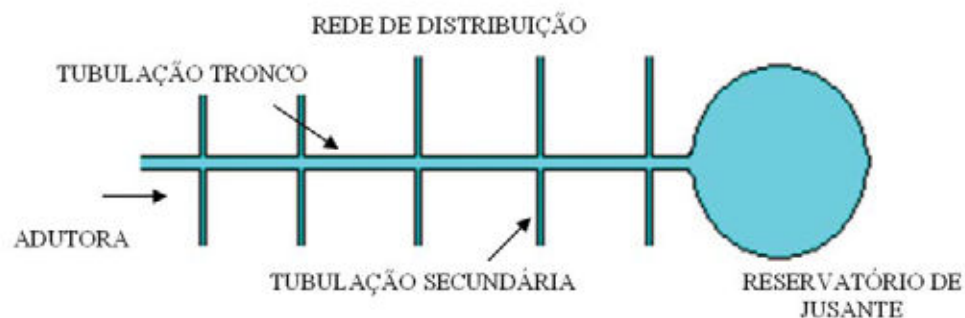


Figura 28: Rede servida por reservatório de jusante.

Os elementos necessários para elaboração do projeto de redes de distribuição de água para abastecimento público estão definidos na NBR 12.218 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994).

Essa norma deve ser constantemente consultada pelos profissionais que se dedicam a esse tipo de projeto.

Dela, destacam-se os seguintes elementos, como requisitos necessários para elaboração de um bom projeto de rede de distribuição de água:

- Realização do estudo de concepção do sistema de abastecimento de água. A norma NBR 12.211 da ABNT (1992) apresenta importantes orientações para esse estudo;
- Definição das etapas de implantação;
- Projetos de outras partes do sistema de abastecimento de água já elaborados de acordo com o estudo de concepção;
- Levantamento planialtimétrico e semicadastral da área do projeto, incluindo o cadastro da rede existente e detalhes do arruamento, dos tipos de pavimento, de obras especiais e de interferências;
- Plano de urbanização e legislação relativa ao uso e ocupação do solo, quando houver.

Para traçado da rede, é utilizada planta baixa com levantamento planialtimétrico (curvas de nível de metro em metro) e semicadastral, com locação dos lotes e áreas de expansão, incluindo loteamentos aprovados ou previstos, indicação dos **consumidores singulares**, localização de estradas, estradas de ferro, e dos outros obstáculos naturais que necessitarão de obras especiais de travessia ou locação.

Consumidor singular é aquele que apresenta um consumo específico, significativamente maior que o produto da vazão específica da área pela área por ele ocupada.

Também são indicadas as áreas de igual **vazão específica**, as **zonas de pressão** etc. A seguir vamos discutir esses elementos necessários ao dimensionamento de redes de distribuição de água.

Elementos importantes para dimensionamento de redes de distribuição de água

Os conceitos de vazão, zonas de pressão, perda de carga e setorização são muito importantes para o dimensionamento de redes de distribuição de água.

Vazão

O dimensionamento das redes de distribuição é baseado na vazão e ela deve ser devidamente calculada.

Você sabe como é feito o cálculo da vazão para os projetos de redes de distribuição? Vamos ver o exemplo a seguir.

Vazões de distribuição

Para calcular a vazão de distribuição necessária a uma determinada região é utilizada a seguinte expressão matemática:

$$Q_D = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot q \cdot P}{86400}, \text{ em que:}$$

Q_D : vazão de distribuição (L/s);

K_1 : coeficiente do dia de maior consumo;

K_2 : coeficiente da hora de maior consumo

q : consumo médio per capita de água, incluindo as perdas de água no sistema de abastecimento (L/hab.dia);

P : população de projeto da área considerada (hab).

Vamos calcular, com a ajuda de uma calculadora, a vazão de distribuição (Q_D) para uma cidade de 20.000 habitantes, consumo *per capita* médio de 200 L/hab.dia, $k_1=1,2$ e $k_2=1,5$.

$$Q_D =$$

Vazão de distribuição:.....

Outra forma de calcular a vazão é através da equação $Q = A.V$, em que:

Q : Vazão (m^3/s)

A : área da seção transversal do tubo (m^2)

V : velocidade (m/s)

A área é calculada pela fórmula $A = \frac{\pi.D^2}{4}$ em que:

π = pi (3,14)

D = diâmetro do tubo



Por meio dessas equações podemos entender, também, como é feito o cálculo de número de tubos necessários para a rede de distribuição. Imaginem a seguinte situação: ao planejar a construção da rede de distribuição de uma cidade, o engenheiro responsável pela elaboração do projeto constatou que um tubo de PVC de 50 mm de diâmetro custa a metade do preço de um tubo de 100 mm, porém ele fez os cálculos da rede com tubos de 100 mm. Bastará ele comprar o dobro de tubos para obter a mesma vazão na rede de distribuição? Vamos entender o caso:

O tubo de 100 mm (10 cm ou 0,1 m) proporciona uma área de 78,5 cm² ou 0,00785 m². Quando consideramos o tubo de 50 mm (5 cm ou 0,05 m), ele proporciona uma área de 19,6 cm² ou 0,00196 m². Essa área é quatro vezes menor que a do tubo de 100 mm, e não apenas duas, pois a área é diretamente proporcional ao diâmetro ao quadrado. Portanto, ao se pensar em substituir os tubos de 100 mm por tubos de 50 mm, tem-se que comprar quatro vezes mais tubos e não apenas duas. Da mesma forma, se o engenheiro quisesse substituir um tubo de 200 mm por tubos de 50 mm ele necessitaria de 16 vezes mais tubos, pois o diâmetro reduziu 4 vezes, porém, ao elevá-lo ao quadrado a área reduz em 16 vezes.

Calcule você mesmo, Profissional, a vazão da água em tubos de 100 mm e de 50 mm, considerando uma velocidade de 1,0 m/s. Depois discuta com os colegas sua resposta.



Também é simples calcular o diâmetro de uma adutora de água bruta, por exemplo. Vamos ao exercício:

Um serviço de abastecimento capta água em um manancial superficial localizado na cota 800 m. O ponto de chegada da água na estação de tratamento de água (ETA) situa-se na cota 700 m. Sabendo-se que a distância do ponto de captação à ETA é de 3,5 km, a vazão da água é de 20 L/s e o coeficiente de Hazen-Williams é 130, calcule o diâmetro da adutora.



Utilize a equação $\frac{h}{L} = \frac{10,64 \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$, em que:

h = perda de carga (m)

L = comprimento do tubo (m)

Q = vazão (m³/s)

C = coeficiente de Hazen-Williams (o qual é tabelado)

D = diâmetro do tubo (m)

.....

.....

.....

.....

.....

Outro fator importante no dimensionamento das redes de distribuição são as zonas de pressão. Você já ouviu falar em pressão estática e pressão dinâmica? Este é o nosso próximo assunto.

Zonas de pressão

A rede de distribuição é projetada para que a pressão dinâmica mínima e a pressão estática máxima não ultrapassem os limites recomendados e preestabelecidos.

Você sabia?

A **pressão estática**, em um tubo, é dada pela altura da coluna d'água, medida em metros, que existe sobre o tubo considerado quando a água não está escoando.

A **pressão dinâmica** é sempre menor que a pressão estática, pois ela é obtida subtraindo da pressão estática as **perdas de carga** do sistema.

Pressão dinâmica é a pressão exercida pela água em movimento.

O aparelho usado para medir pressão em tubulações é o manômetro.



Figura 29:
Manômetro.

Você conhece os valores da pressão máxima e da pressão mínima que podem ocorrer na rede de distribuição do serviço de abastecimento de água em que você atua?

A pressão estática máxima que pode existir nas tubulações da rede de distribuição que alimentam os ramais prediais é de 0,5 MPa (≈ 50 mca) e a pressão dinâmica mínima é de 0,1 MPa (≈ 10 mca). Esses valores podem variar de um local para o outro, mas as variações que costumam ocorrer são pequenas.



Quais as consequências negativas da pressão interna da tubulação ultrapassar o limite máximo?

Por que a baixa pressão no interior da rede de distribuição, ou sub-pressão, pode ocasionar a contaminação da água da rede?

Perdas de carga

As perdas de carga são perdas de energia devidas, principalmente, ao atrito da água com as paredes internas das tubulações. Essa perda de energia provoca queda de pressão nas redes prejudicando o processo de distribuição da água.

No caso dos trechos de redes que precisam do auxílio de bombas, as perdas de carga provocam um maior gasto de energia com bombeamento.

As perdas de carga são calculadas e consideradas no dimensionamento da rede. Alguns fatores podem aumentar essa perda de energia com o passar do tempo.

Setorização

Além da divisão em zonas de pressão, as redes de distribuição precisam ser divididas em setores de manobra e setores de medição.

Você sabe o que são os setores de manobra e de medições e qual a importância deles na rede de distribuição?

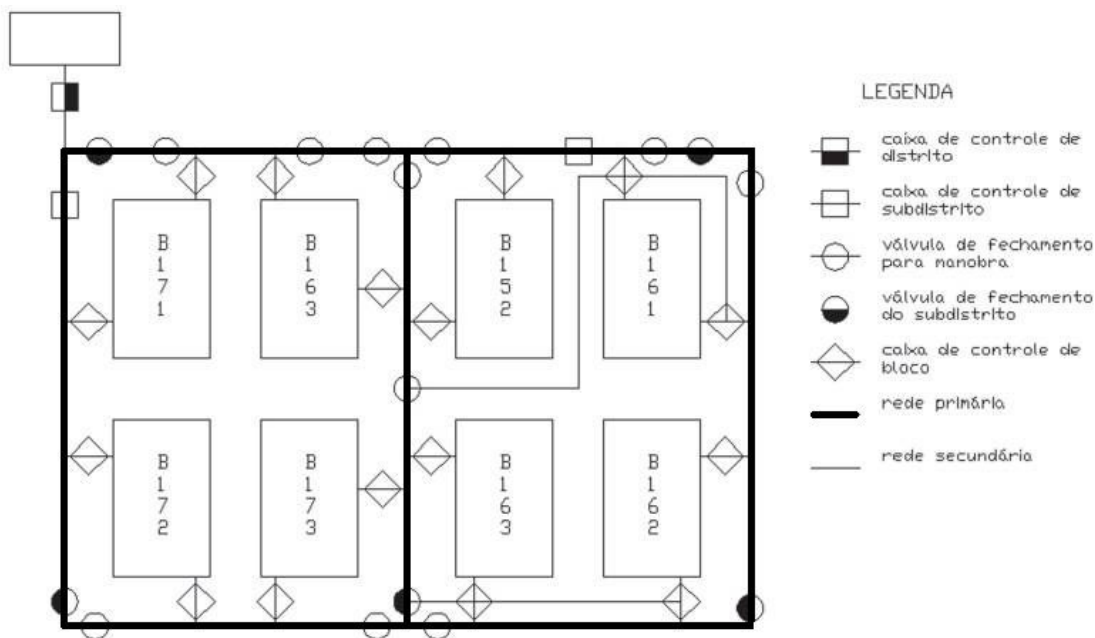


Figura 30: Subdivisão de rede em setores de medição e de manobra
(AZEVEDO NETTO *et al.*, 1998).

Setor de manobra: setor de manobra é a menor subdivisão da rede adotada para possibilitar seu isolamento quando é necessária a realização de obras e serviços de manutenção.

A NBR 12.218 (ABNT, 1994) estabelece que o isolamento do setor de manobra deve ser feito pelo acionamento do menor número de válvulas, para facilitar a manutenção e diminuir a região atingida por interrupção do serviço, no caso da manutenção. Essa norma traz outras orientações relacionadas a setores de manobra.

Além do custo significativo das válvulas de manobra e de suas caixas de acionamento e proteção, o excesso de caixas de acionamento exige do operador grande esforço para fechar e abrir uma quantidade enorme de válvulas. Isto quando ele consegue localizar, acessar ou acionar todas essas válvulas, visto que não raro diversas delas costumam apresentar um dos seguintes problemas:

- Omissão de sua localização no cadastro da rede existente, motivada muitas vezes pela falta de atualização cadastral ou pela ocultação indevida das tampas das caixas de acionamento ou de asfaltamento das vias públicas onde elas se encontram.
- Impossibilidade de seu acionamento, como consequência também do recobrimento irresponsável das tampas de suas caixas de acesso, por obras de calçamento ou de asfaltamento mal feitas.
- Dificuldade de acesso às válvulas defeituosas para o seu conserto, por causa não só da ocultação das tampas de suas caixas de acionamento, mas também devido à confecção incorreta dessas caixas, que, na maioria das vezes, não permite acesso adequado às válvulas.

Segurança no trabalho

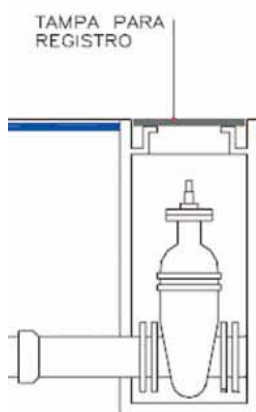


Figura 31: Solução desejável de caixa de acionamento de válvula de manobra.

Durante o acesso às caixas de proteção e acesso a válvulas, deve-se ter cuidado com a possível presença de animais peçonhentos e de gases venenosos!



Setor de medição: é a parte da rede de distribuição delimitada para permitir a avaliação da evolução do consumo de água e das perdas de carga e perdas de água.

Que equipamentos e procedimentos nos fornecem os dados para avaliação do consumo e das perdas de água?

Perdas de água

As perdas que possuem maior grau de dificuldade de controle são as que ocorrem na rede distribuição, decorrentes de vazamentos nas tubulações, nos ramais prediais e descargas.

As perdas físicas em redes de distribuição ocorrem principalmente, em registros, juntas, anéis, hidrantes e tubos.

Existem também, as perdas não-físicas, resultantes, por exemplo, de ligações clandestinas ou não cadastradas, hidrômetros parados ou que fazem medições abaixo do consumo real e fraudes em hidrômetros.

A micromedição é um ponto chave no controle de perdas não-físicas, trazendo benefícios técnicos, econômico-financeiros e sociais.

A NBR 12.218 (ABNT, 1994) orienta também a definição dos setores de medição.

Chagamos ao final desta unidade dedicada ao estudo de elementos importantes no planejamento de redes de distribuição. Nosso próximo assunto será os procedimentos envolvidos na construção, operação e manutenção das redes. Veremos como um bom planejamento é fundamental para que a rede seja implementada e opere de maneira adequada, cumprindo seu papel de transportar água de qualidade aos usuários do sistema de abastecimento.

Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água

Nessa unidade, vamos relembrar os cuidados necessários ao bom funcionamento das redes de distribuição de água.



Questão para discussão

Primeiro, responda individualmente:

Quais os principais problemas enfrentados pela equipe que cuida da operação e da manutenção da rede de distribuição do serviço de abastecimento de água onde você trabalha?

Agora discuta com seu grupo.

Outros profissionais têm problemas parecidos? Quais os problemas mais comuns que prejudicam o funcionamento das redes de distribuição de água?

Quais as consequências desses problemas sobre a qualidade da água distribuída para consumo?

Agora que terminamos a discussão em grupos, vamos construir um mural com os problemas mais comuns relacionados ao sistema de distribuição de água. Vamos tentar encontrar causas e soluções para esses problemas ao longo de nossa oficina.

Problema identificado	Possíveis causas	Possíveis soluções

O conteúdo do item “Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água” será discutido durante as atividades práticas que realizaremos na minirrede.

Nas próximas páginas você encontrará uma introdução, onde falaremos de planejamento de serviços e o roteiro de nossa atividade prática. Ele contém, também, informações úteis ao seu trabalho.

Agora será feita uma exposição oral sobre procedimentos importantes e providências que precisam ser tomadas antes de se iniciar um serviço de construção ou manutenção de redes de distribuição. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas do exercício que acabou de resolver.

Informação ao consumidor

A informação ao consumidor é um cuidado importante que deve ser tomado antes de dar início aos serviços de intervenção no sistema de distribuição de água, por isso é muito importante termos conhecimento de um Decreto que foi publicado no dia 4 de maio de 2005 (Decreto 5.440/2005) e que regulamenta as informações sobre qualidade da água que devem ser dadas aos consumidores.

É muito desagradável ficar sem água em casa e, por isso, sempre que possível, devemos informar aos consumidores quando e por quanto tempo será interrompido o fornecimento de água decorrente de alguma manutenção ou reparo no sistema.

Na prestadora de serviço de abastecimento de água onde você trabalha vocês costumam respeitar os direitos do consumidor? Vocês fornecem aos consumidores informações sobre a situação das unidades do sistema e sobre a qualidade da água?

O decreto 5.440/2005 estabelece que:

Os órgãos e as entidades dos Estados, Municípios, Distrito Federal e Territórios e demais pessoas jurídicas, às quais o Decreto 5.440/2005 se aplica, deverão enviar as informações aos consumidores sobre a qualidade da água nos seguintes prazos:

- a) informações mensais na conta de água sobre os locais, formas de acesso e contatos por meio dos quais as informações estarão disponíveis e orientação sobre os cuidados necessários em situações de risco, a partir do dia 5 de junho de 2005;
- b) informações mensais na conta de água com o resumo mensal dos resultados das análises referentes aos parâmetros básicos de qualidade da água e características e problemas do manancial que causem riscos à saúde e alerta sobre os possíveis danos a que estão sujeitos os consumidores, especialmente crianças, idosos e pacientes de hemodiálise, orientando sobre as precauções e medidas corretivas necessárias, a partir de 15 de março de 2006.

Imaginem que vocês precisam realizar uma manutenção corretiva em um trecho da rede de distribuição de água da região onde trabalham e o abastecimento será interrompido por algumas horas. Escrevam um texto informativo para enviar aos moradores da região afetada.

Agora, veja um exemplo de informativo aos consumidores:

Sr.(a) consumidor(a), devido à falta de água em nossos mananciais, seu sistema de abastecimento de água está sujeito a interrupções no fornecimento, por períodos que podem durar até 2 dias. Nesta situação, podem ocorrer problemas de infiltração na rede de distribuição e material estranho pode penetrar na canalização atingindo sua casa.

Caso note alguma diferença no aspecto de sua água (sujeira, alteração na cor, gosto diferente etc.), comunique-nos imediatamente e, enquanto tomamos as providências necessárias, filtre e clore sua água para beber ou cozinhar. Qualquer dúvida, entre em contato conosco pelo telefone XXXX-XXXX, ou pelo e-mail xxxx@xxxx.xxx.xx ou visite uma de nossas agências nos seguintes endereços....

O Decreto 5.440/2005 determina que a informação deve ser precisa, clara, correta, ostensiva e de fácil compreensão. Além disso, o responsável pelo abastecimento de água deve facilitar o acesso à informação, não disponibilizando somente via internet, ou só via telefone, ou ainda, exigindo que o consumidor se desloque longas distâncias para ter acesso aos dados de qualidade da água em postos de atendimento distantes de sua residência.

Informações mais detalhadas sobre o Decreto 5.440/2005 podem ser obtidas na internet no endereço: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5440.htm.

Planejamento de serviços de construção e manutenção de redes de distribuição de água

Você faz um planejamento antes de sair para fazer um trabalho de manutenção de rede de distribuição? Planejando você economiza tempo, diminui as chances de ter de refazer o serviço e aumenta a qualidade do trabalho realizado.

Veja se os procedimentos apresentados a seguir fazem parte da sua rotina de trabalho.

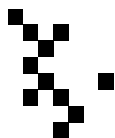
Instalação do canteiro de obras

O canteiro de obras deve ser instalado com cuidado, para que seja um local de trabalho adequado e para que não ofereça risco aos trabalhadores nem aos habitantes do local.

Sinalização da obra

Devem ser utilizadas placas de sinalização indicando obras no local, principalmente no caso de valas abertas. No caso de interferência no tráfego de veículos, devem-se colocar placas nas redondezas indicando a localização do ponto de bloqueio de trânsito e os desvios.

Também é necessária a instalação de placas com avisos de segurança para os trabalhadores, com lembretes de normas, organização e uso dos equipamentos de proteção individual e coletiva.



Bacia Hidrográfica Virtual

Na **Bacia Hidrográfica Virtual** você encontrará um jogo sobre sinalização de obras!



Figura 32: Alguns equipamentos utilizados na sinalização de obras.

Segurança no trabalho

A sinalização é muito importante para a segurança no trabalho. Obedeça-a e mantenha-a sempre visível.

Transporte e manuseio de materiais

Para transportar e manusear tubulações, são necessários alguns cuidados.

Você sabe quais são esses cuidados? Sabe as consequências de não se tomar esses cuidados?

Que tal testar seus conhecimentos sobre transporte e manuseio de materiais em um jogo de perguntas?

Jogo “Cuidados no transporte e manuseio de materiais”



Destaque os cartões que estão na última página deste guia e divida-os com um colega.

Faça as perguntas dos seus cartões para ele e teste os seus conhecimentos respondendo às perguntas que ele lhe fizer.

Abertura de valas

Locação de vala

Os passos para locação das valas são:

- Marcação do eixo da vala;
- Marcação das paredes laterais das valas a partir do eixo;
- Pintura das delimitações das paredes das valas.



Figura 33:
Abertura de vala.

Remoção de pavimento

A remoção do pavimento costuma ser feita por um profissional operando uma picareta ou um martelo demolidor com posterior remoção do entulho com uma pá.

Valas maiores costumam ser feitas utilizando-se a própria retroescavadeira que será utilizada na remoção de terra.

Podem ser usados equipamentos mais sofisticados, como ferramentas que cortam o asfalto, permitindo mais rapidez e limpeza durante o serviço.

Como, nos serviços onde você atua, você evita ou minimiza o problema dos resíduos gerados durante as construções, manutenção e reformas nas redes distribuidoras de água?

Infelizmente, boa parte do entulho gerado pelas construções, manutenções e reformas são depositados em disposições clandestinas, que são locais onde terra, entulho e outros tipos de resíduos, como podas e objetos volumosos, são lançados sem cuidados técnicos ou ambientais e sem a permissão dos proprietários (particulares ou poder público), comprometendo os sistemas de drenagem pluvial e de estabilização dos maciços. Também conhecido como bota-fora clandestino.

Escavação e escoramento de vala

A escavação e o escoramento das valas devem ser realizados com cuidado, adotando-se as técnicas necessárias de escavação e o escoramento de acordo com o tipo de solo do local.



Figura 34: Escoramento de vala.

Segurança no trabalho

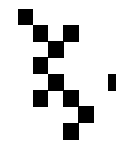
Grande parte dos acidentes de trabalho com morte por soterramento ocorre durante serviços executados por equipes de construção e manutenção de redes de água e esgoto.

Não permita que sua equipe trabalhe em valas onde há sinais de deslizamento de terreno sem que tenha sido feito o escoramento adequado.

Você conhece os equipamentos de proteção individual (EPIs)? E os equipamentos de proteção coletiva (EPCs)?

Providencie todos os EPIs e EPCs adequados!

Bacia Hidrográfica Virtual



Visite a **Bacia Hidrográfica Virtual** e veja se conhece alguns EPIs e ferramentas utilizados por operadores de redes de distribuição de água!

Preparo do fundo da vala

O fundo da vala deve ser uniforme, a fim de evitar o rompimento dos tubos por esforços externos pontuais.

Sempre que necessário, deverão ser escavados pequenos rebaixamentos (nichos) ao redor das bolsas dos tubos, para evitar que estas funcionem como apoios localizados (cutelos) das tubulações, que podem causar o rompimento externo dos tubos.

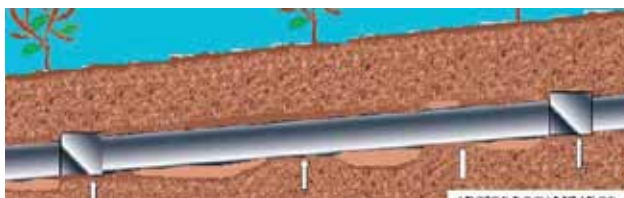


Figura 35: Fundo de vala impróprio para assentamento de tubulações.



Figura 36: Nichos de fundo de vala.

Além dos aspectos técnicos, devemos observar a segurança da equipe que realiza o serviço. A seguir, discutiremos a prevenção de acidentes de trabalho.

Prevenção de acidentes de trabalho

Ao lembrar os procedimentos iniciais dos serviços de construção e manutenção de redes, vimos algumas normas necessárias à segurança no trabalho. Vamos iniciar nosso módulo sobre a prevenção de acidentes relatando acidentes sofridos ou presenciados. O que poderia ter sido feito para evitar que esses acidentes acontecessem?

Agora, vamos falar um pouco sobre a prevenção de acidentes.

O que é um acidente?

Para o trabalhador:

- Sofrimento físico;
- Incapacidade para o trabalho;
- Desamparo para a família.

Para a empresa:

- Dificuldades com as autoridades;
- Má reputação perante a sociedade;
- Gastos com primeiros socorros e transporte de acidentados;
- Danificação ou perda de máquinas, equipamentos e material.

Para a sociedade:

- Aumento do número de pessoas aposentadas por invalidez, e, conseqüentemente, dos impostos e do custo de vida.

Equipamentos de proteção individual (EPIs)

Considera-se EPI todo dispositivo individual destinado a proteger a integridade física do trabalhador.

A função do EPI não é evitar o acidente, mas evitar lesões no corpo do trabalhador.

EPIs mais utilizados:

- Capacete;
- Óculos de segurança;
- Luva, mangas de proteção, creme protetor;
- Calçados/perneiras de proteção;
- Protetores auditivos;
- Respiradores, máscaras e respirador de ar mandado;
- Aventais, jaquetas e capas.



Equipamentos de proteção coletiva (EPCs)

São equipamentos utilizados quando o risco de acidente afeta mais de uma pessoa.

Protetores de máquinas e equipamentos, guarda-corpos, escoramentos e equipamentos de sinalização são alguns exemplos de EPCs.

Os riscos de acidentes em um local de trabalho são muitos. No entanto, eles podem ser reduzidos, ou até desaparecerem por completo se forem tomadas as precauções necessárias.

Antes de iniciarmos nossa atividade prática, é bom lembrar que o trabalho é mais produtivo e seguro quando se usa a ferramenta certa e em boas condições.

Verifique qual a ferramenta indicada para o trabalho a ser realizado!

Ao verificar defeitos, providencie a substituição ou o concerto.

Ferramentas em mau estado provocam acidentes!

Você se lembra de que pedimos que você viesse vestido como se fosse para um serviço de manutenção de rede?

Vamos ver os EPIs que cada profissional está habituado a utilizar.

Será que você utiliza todos os equipamentos necessários à sua proteção?

Roteiro de atividade prática na minirrede de abastecimento de água

Na minirrede, encontraremos alguns elementos comuns das redes de distribuição. Nela, simularemos situações que os profissionais que trabalham com sistemas de distribuição de água enfrentam no dia a dia.

Na minirrede, trabalharemos com:

- Tubulações de PVC e ferro fundido;
- Válvulas para controle de vazão;
- Válvulas de descarga;
- Hidrantes (bocas de incêndio ou marcos de água);
- Medidores de vazão;
- Ventosa;
- Dispositivos redutores de pressão (VRP);
- Acessórios: Curva de 90°; T's e cruzetas; redutores de diâmetros;
- Adaptador ferro fundido/PVC; ligação de ponta e bolsa; ligação flangeada.

1. Montagem dos tubos, conexões, aparelhos e peças especiais

Para montagem de tubos e acessórios deve-se usar as ferramentas corretas, destinadas ao tipo de peça e material que está sendo utilizado.

Quando o profissional improvisa ferramentas, ele está arriscando sua saúde e a de seus colegas de trabalho. Evite acidentes!

Cuidados:

- Deve-se ter em mãos todos os materiais e ferramentas necessários;
- Os tubos, conexões e peças especiais devem estar limpos, lubrificados (quando necessário) e alinhados;
- É importante proteger a tubulação contra a entrada de sujeiras e de pequenos animais transmissores de doenças;
- Nos casos em que os tubos tenham de ser forçados à flexão (principalmente os de grande diâmetro), usar luvas de couro para facilitar os ajustamentos necessários;
- Após a execução de cada junta, o tubo deve ser envolvido parcialmente com o material de reaterro, de modo a garantir sua imobilização e deixar a junta exposta para o posterior ensaio de estanqueidade.

2. Blocos de ancoragem

Ancoragem é a fixação de um componente da tubulação para que ele possa suportar o empuxo hidráulico (a força da água) sob pressão.

As conexões (curvas, tês, cruzetas etc.) e peças especiais (válvulas etc.) devem ser ancoradas com blocos de concreto ou alvenaria, estacas ou tirantes convenientemente dimensionados. Na impossibilidade de execução desses tipos convencionais de ancoragem, deverão ser utilizadas conexões especiais concebidas e fabricadas para permitir sua auto-ancoragem.

Dimensionamento de blocos de ancoragem

Os blocos de ancoragem são dimensionados levando em consideração o diâmetro da tubulação, a pressão exercida pela água, a natureza do material dos tubos, o atrito entre o bloco e o solo e a resistência de apoio sobre o terreno.

A determinação das características e dimensões dos blocos exige cálculos específicos e são definidas em projeto.

Forças envolvidas na ancoragem

F: empuxo hidráulico

P: peso do bloco

W: peso do reaterro

B: apoio sobre a parede da vala

f: atrito sobre o solo

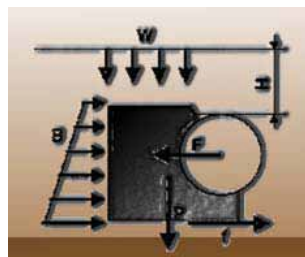


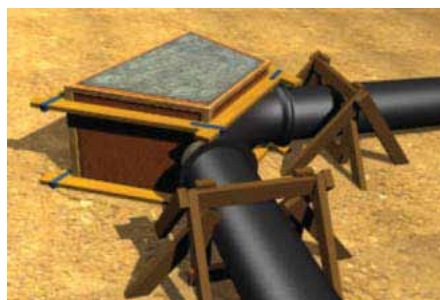
Figura 37: Forças envolvidas na ancoragem.

Construção do bloco de ancoragem

É importante que o concreto seja vazado diretamente no terreno, e que possua resistência mecânica suficiente.

Antes mesmo da montagem da forma, a tubulação deve ser escorada, para impedir a movimentação durante a construção do bloco.

No momento da concepção do bloco de ancoragem, deixar as juntas livres, a fim de permitir sua inspeção durante o teste hidráulico.



Fonte: <http://www.cnhcp.se.gov.br/esp/ESQ0236.pdf>

3. Reaterro parcial da vala

Após a colocação definitiva dos tubos, conexões e peças especiais no fundo da vala, as partes laterais serão preenchidas.

O preenchimento é feito até a meia altura dos tubos, com material totalmente livre de pedras e em camadas com espessuras não superiores a 10 cm.

- Em cada camada, o material de enchimento deverá ser forçado a ocupar também a parte inferior da tubulação, por meio da movimentação adequada de pás ou, se o material for muito arenoso, pela execução de aterro hidráulico (com saturação de água).
- O adensamento dessas camadas iniciais deverá ser feito de forma cuidadosa, podendo ser usado soquetes manuais ou compactadores mecânicos adequados, que garantam a não ocorrência de choques com a tubulação já assentada.

Reaterro parcial da vala (Passo a passo)

Passo 1

O preenchimento parcial da vala deverá prosseguir em camadas de cerca de 10 cm de espessura, com material livre de pedras, mas sem o recobrimento das respectivas juntas, que deverão ficar visíveis durante a realização do teste de estanqueidade.

Passo 2

Em cada camada, será feito o adensamento manual (ou com compactador mecânico adequado) somente nas partes laterais da vala, fora da zona ocupada pelos tubos.

Passo 3

Na próxima camada, também com espessura de 10 cm e usando ainda material de recobrimento livre de pedras, a compactação continuará vigorosa nas partes laterais e se estenderá, porém de forma controlada, na parte central da vala, de modo a não danificar a tubulação e ainda sem cobrir as juntas.

Passo 4

A camada seguinte (também de 10 cm e usando ainda material de preenchimento livre de pedras) deverá receber compactação vigorosa e uniforme por toda a área de enchimento (exceto os vãos sobre as juntas), de modo a garantir a estabilidade horizontal e transversal da tubulação durante a execução do teste de estanqueidade.

4. Teste de estanqueidade

O teste avalia a estanqueidade das juntas nas tubulações de água. É realizado com a utilização de bombas e equipamentos adequados.

O teste é executado através da aplicação, no trecho de rede, de pressões superiores à pressão de serviço, por determinado período de tempo e computado o volume de vazamento.

O teste de estanqueidade é realizado preenchendo-se a tubulação com água e verificando a ocorrência de vazamentos nas juntas.

Sempre que possível, todas as juntas devem ser verificadas quanto à sua estanqueidade, antes do seu recobrimento total. Os testes de estanqueidade deverão ser realizados preferencialmente entre derivações e, no máximo, a cada 500 m de tubulação.

5. Reaterro total da vala

O reaterro total deve ocorrer após a realização do teste de estanqueidade e após a correção dos vazamentos porventura constatados.

As zonas deixadas descobertas nas proximidades das juntas deverão ser aterradas com os mesmos cuidados utilizados nas etapas anteriores, de modo a se garantirem condições homogêneas de reaterro também nessas áreas.

O restante do reaterro, até a superfície do terreno, deverá ser realizado, sempre que possível, com o material proveniente da própria escavação da vala, desde que livre de pedras com dimensões superiores a 3,0 cm. Esse material de enchimento será compactado em camadas com 20 cm a 30 cm de espessura, de modo a se obter adensamento aproximadamente igual à do terreno original.



Fonte: <http://www.nobranco.ac.gov.br/A3/jmages/stories/ndctais2007/unifur%20demunh.jpg>

6. Desinfecção da tubulação

A desinfecção é necessária para eliminar organismos nocivos, causadores de doenças, que se encontrem no interior da rede de distribuição de água.

A desinfecção, geralmente, é feita utilizando-se solução de cloro de concentração 50 mg/L. Deve-se tomar cuidado para que a água utilizada na desinfecção reflua à tubulação de água potável.

- A solução de água clorada será injetada lentamente na tubulação, devendo ser retida, no mínimo, durante 24 horas consecutivas.
- Após o período da retenção de água clorada, o resíduo de cloro nas extremidades dos tubos e em outros pontos representativos, deverá ser de, no mínimo, 25 mg/L.

Caso seja necessário, o tempo de contato poderá ser reduzido para 4 horas, utilizando-se uma solução de cloro na concentração de 100 mg/L, ou para 2 horas, utilizando-se uma solução de 200 mg/L.

- Durante o processo de desinfecção, enquanto as tubulações estiverem sob carga de água fortemente clorada, as válvulas e outros acessórios deverão estar fechados, isolando o trecho.
- O enchimento da tubulação deverá ser feito lentamente, até que todo o ar seja expulso do trecho. As ventosas serão fechadas de forma gradativa, a partir do momento em que nelas surgir água.
- Fechadas todas as ventosas do trecho, será introduzida água clorada na tubulação, sob uma pressão igual a 1,5 vezes a pressão de trabalho no ponto de menor cota.
- A tubulação permanecerá nesta condição por um período mínimo de 24 horas, após o qual poderá ser esvaziada, através de um ponto de descarga.
- A água deve ser drenada para córrego ou galeria de águas pluviais.
- Após o tempo de contato recomendado, a água superclorada deverá ser retirada das tubulações, que deverão ser lavadas com água limpa. A lavagem deverá prosseguir até que o cloro residual detectado nas águas de lavagem atinja 1,0 mg/L.

Concluída a lavagem e antes das tubulações serem colocadas em carga, deverão ser coletadas amostras da água em pontos distintos destas. Essas amostras deverão ser submetidas a análises bacteriológicas, que deverão indicar ausência de coliformes termotolerantes.

Caso as análises indiquem presença de coliformes, todo o processo de desinfecção deverá ser repetido até que se obtenham resultados satisfatórios.

Sempre que houver necessidade de se inserir, na tubulação já desinfetada, peça ou conexões, estas deverão ser previamente tratadas com solução adequada de cloro, sendo todas as operações efetuadas na presença de fiscalização.

7. Recomposição do pavimento

A recomposição de pavimentos deverá ser realizada com a maior brevidade possível após a conclusão do reaterro, para permitir o restabelecimento do tráfego normal no local de execução da obra ou serviço.

Os materiais para a recomposição de pavimentos deverão ser, preferencialmente, da mesma natureza daqueles que existiam no pavimento demolido.



Qual o prazo máximo, no seu serviço, para a recomposição do pavimento?

8. Limpeza do local da obra

Uma vez concluída a obra ou serviço, deverá ser procedida a imediata limpeza do local de sua execução. Esta é uma providência muito importante para evitar mais incômodos à vizinhança e também riscos de acidentes. Contribui igualmente para a boa imagem da empresa encarregada da execução ou contratação da obra ou serviço.

A limpeza pode consistir em simples varrição ou incluir limpeza com aplicação de água.

Cuidados devem ser adotados para evitar a propagação excessiva de poeira e evitar entupimento de bocas de lobo e prejuízo ao adequado escoamento de águas pluviais. Os entulhos resultantes devem ser transportados para local adequado.

9. Cadastro do serviço executado

Que informações contém o cadastro utilizado na prestadora de serviço de abastecimento onde você trabalha?



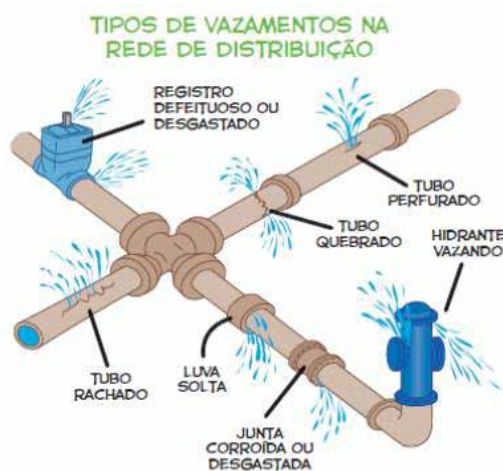
Em um cadastro de rede de distribuição de água temos desenhos e registros adequados e convenientemente catalogados e arquivados, permitindo, de forma fácil e rápida, a obtenção de informações como as que estão listadas a seguir e que são fundamentais para a adequada operação e manutenção de uma rede de distribuição de água:

- Identificação da localização, diâmetros, tipos de materiais e demais características relevantes dos tubos, conexões, válvulas, hidrantes e outros aparelhos ou dispositivos especiais das tubulações constituintes da rede de distribuição, bem como dos tipos de pavimento das ruas e passeios em que as tubulações estão instaladas;
- Identificação dos estabelecimentos atendidos pela rede de distribuição (o que possibilita a resposta rápida às solicitações de ligações prediais ou de reparos de vazamentos, por exemplo).

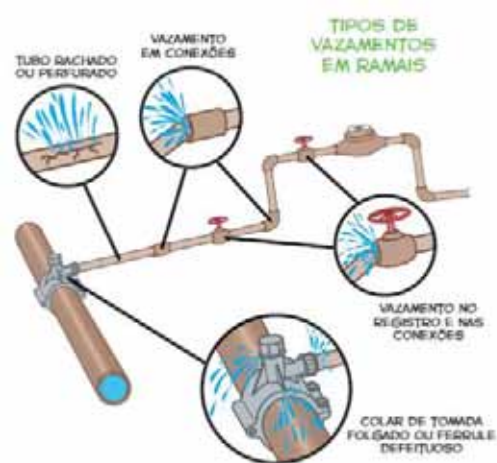
O modelo de cadastro utilizado pela prestadora de serviços onde você trabalha contém todas as informações necessárias? Alguma informação importante tem ficado sem registro?

Problemas comuns identificados nas redes de distribuição

Na figura a seguir, estão os tipos de vazamentos mais comuns. Você já deve ter se deparado com alguns deles no seu trabalho e em nossa atividade prática na minirrede. Você lembra se todos foram citados em nossa atividade anterior à visita à minirrede?



Fonte: <http://www.daaeraraquara.com.br>



Fonte: <http://www.daaeraraquara.com.br>

Que tipos de problemas os vazamentos podem causar?

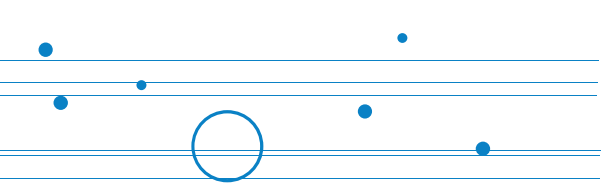
.....

.....

.....

Na região onde você trabalha já ocorreram casos em que vazamentos causaram danos e aborrecimentos à população? Comente como foi o caso.

É importante lembrar que mais que prejuízos econômicos, problemas na rede podem causar risco à saúde das pessoas que utilizam a água distribuída para beber, cozinhar e para higiene.



Vamos terminar o nosso mural dos problemas mais comuns relacionados ao sistema de distribuição de água.

Problema identificado	Possíveis causas	Possíveis soluções

Rotina de funcionamento dos serviços de manutenção

A necessidade de serviços de manutenção em redes de distribuição é constante e o bom funcionamento do sistema de distribuição é determinado por como é administrada a rotina de manutenção. É importante que o controle das obras seja previsto para execução rápida, inclusive a atualização do cadastro. Veremos agora os tipos de manutenção.

Agora será feita uma breve exposição oral sobre manutenção de redes de distribuição. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas do exercício que já resolveu durante a oficina.

Manutenção preventiva

Manutenção preventiva é todo serviço que tem como finalidade a preservação do bom funcionamento de adutoras em termos de estanqueidade, condições de operação, eficiência hidráulica e condições de segurança, englobando também a operação (manobra) de rotina e o levantamento cadastral.

Manutenção programada

Trata-se de vazamentos em linhas alimentadoras que carecem de relativa urgência de reparo e não estão, até certo ponto, danificando a pavimentação, nem causando transtorno ao usuário, portanto, não estão prejudicando o livre trânsito de veículo, podendo ser reparados no dia seguinte.

Manutenção de emergência

Neste caso, existe a necessidade de interrupção do abastecimento, geralmente provocada por rompimento, juntas deslocadas, registros com gavetas arriadas etc.

Limpeza, conservação e reabilitação de sistemas de distribuição de água

A equipe responsável pela operação da rede de distribuição de água precisa estar atenta à conservação e à limpeza dos equipamentos que fazem parte do sistema e, conseqüentemente, pela conservação da qualidade da água que o sistema transporta e armazena.

Questão para discussão



Em grupo, responda e discuta as questões a seguir.

Corpo encontrado em tubulação de água

Um corpo foi encontrado ontem na tubulação de água de uma cidade brasileira, a cerca de 600 a 800 m de um dos reservatórios.

Pela posição em que foi encontrado, acredita-se que o corpo tenha sido sugado e seguido “dobrado” pelo cano. A pressão que “puxa” a água do reservatório para a tubulação, e teria sugado T. P. C., 15 anos, e J. L. S., 25 anos, enquanto nadavam no local, é de 16 metros de coluna de água. Até às 19h de ontem, um dos corpos ainda não havia sido localizado, mas o perito da Polícia Civil acredita que ele tenha seguido um caminho oposto.

Isso porque anteontem foi encontrado um fragmento que se assemelha a um pedaço de pele (ainda em averiguação em laboratório) e marcas

parecidas com a de dedos dentro dessa tubulação à esquerda do reservatório.

A família de T. P. C. diz que não havia no reservatório nenhuma segurança e que os garotos da região sempre iam nadar no local.

R. M., 42 anos, e A. M., 21 anos, que moravam na rua em frente ao reservatório dizem que os adolescentes chegavam a levar máscara de mergulho.

O órgão responsável pelo serviço nega. Segundo seu gerente de comunicação, para chegar lá, os dois rapazes pularam uma grade de lanças, arrombaram o cadeado da porta de aço, subiram duas escadas estreitas (uma de marinho) e retiraram a tampa de um alçapão de 40 kg.

Fonte: Adaptado de Folha de São Paulo, 25/03/1999

Imagine que o município da notícia seja onde você mora e trabalha.

Quem são os responsáveis pelo problema?

Como o ocorrido poderia ter sido evitado?

Agora será feita uma breve exposição oral sobre limpeza, conservação e reabilitação de equipamentos que fazem parte da rede de distribuição. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas do exercício que acabou de resolver.

Limpeza de reservatórios

Os reservatórios são sempre um dos pontos fracos no sistema de distribuição de água. Para evitar sua contaminação, é necessário que sejam protegidos com estrutura adequada, tubo de ventilação, impermeabilização, cobertura, sistema de drenagem, abertura para limpeza, registro de descarga, ladrão e indicador de nível.

Devido a sua importância no sistema, deve sempre haver um plano de manutenção e limpeza do reservatório, de modo a observar também o perfeito funcionamento das tubulações e acessórios que compõem a estrutura.

Como é feita a limpeza dos reservatórios do sistema de abastecimento de água em que você trabalha? Que equipamentos vocês costumam utilizar?

Limpeza de tubulações

Um dos métodos utilizados pelas prestadoras de serviço de saneamento para limpeza dos tubos é o da passagem de equipamentos que removem as incrustações através de raspagem.

A escolha do tipo da peça para efetuar a limpeza depende do material que caracteriza a tubulação e das incrustações existentes.

Como é feita a limpeza e reabilitação dos tubos do sistema de abastecimento de água em que você trabalha? Que equipamentos vocês costumam utilizar?

Reabilitação de tubulações

O revestimento com argamassa de cimento é utilizado para recuperar tubos de ferro fundido com ou sem revestimento e tubos de aço, com problemas sérios de corrosão e incrustação.

Para diâmetros superiores a 150 mm, pode ser um processo econômico, se comparado com troca de tubulação por uma nova. É eficiente, porque devolvem à tubulação suas características de adução evitando o processo corrosivo. Para diâmetros menores recomenda-se a substituição por uma nova, ou limpeza por raspagem.

Você já viu tubulações com problemas de incrustação, sedimentação ou corrosão?

Falamos sobre a corrosão e a incrustação no início dessa oficina. Você lembra por que esses problemas ocorrem?

Nas adutoras que transportam a água, desde a estação de tratamento até o consumidor, podem ocorrer sedimentação e incrustação ou corrosão.

A corrosão ocorre devido a pH muito baixo e a sedimentação, seguida de incrustação, ocorre devido a pH muito alto.



Fonte: http://www.bvnd.com.br/geared/fores/114_SMAF-TIN_291100.JPG

Figura 38: Vazamento provocado por corrosão em tubo.

A sedimentação é um processo de depósito de sólidos na tubulação que transporta água, quando a velocidade é pequena, ocasionando redução da seção da tubulação e diminuindo a capacidade de transporte de água. Essa deposição acontece de um modo excessivo quando o tratamento de água é inadequado. De um modo geral, mesmo em águas bem tratadas, podem ocorrer pequenos depósitos de materiais, necessitando de limpeza periódica do sistema de distribuição de água.

A incrustação, ou formação de crostas, diminui o diâmetro da tubulação, causando risco de rompimento e aumento da perda de carga. Isso pode fazer com que a água não chegue a todos os pontos de distribuição.

Quando a tubulação sofre corrosão, formam-se buracos em sua superfície causando vazamentos e tornando a rede vulnerável à contaminação externa.

Quando a rede fica exposta, dentro dela pode entrar solo e água contaminados, além de esgoto que possa estar vazando de uma coletora.



Figura 39: Tubo corroído.



Figura 40: Formação de crosta.



O que mais pode contaminar a água em uma rede de distribuição de água danificada?

É possível evitar que os equipamentos das redes de distribuição de água sofram danos?

Como evitar que água e solo contaminados prejudiquem a qualidade da água na etapa de distribuição?

Até aqui discutimos vários aspectos da rotina de operação e manutenção das redes de distribuição de água, inclusive os problemas mais comuns. Agora vamos falar de dois equipamentos muito importantes constituintes das redes de distribuição de água que merecem muita atenção: os hidrômetros e os hidrantes.

Hidrômetros

Os hidrômetros são aparelhos de precisão e de custo relativamente elevados. Defeitos ou falta de cuidado em sua instalação podem prejudicar a exatidão das medições. Para falar da importância dos hidrômetros, vamos antes pensar na seguinte questão: Por que evitar o desperdício de água?

Vamos imaginar que você está com um problema de vazamento em uma torneira de sua casa.

A cada segundo, uma gota de água deixa a torneira e escorre pelo ralo. Uma gota corresponde a, aproximadamente, 0,00005 L de água. Parece pouco, não é mesmo? Mas cada dia tem 86.400 segundos. Vamos calcular quanta água é desperdiçada em um dia? Para isso, vamos utilizar uma calculadora.

86.400 segundos x 0,00005 litros = litros.

Agora vamos utilizar o valor que você calculou para descobrir quanta água é desperdiçada em uma semana.

7 dias x litros = litros.

E em um mês?

30 dias x litros = litros.

Você sabe quanto o serviço de abastecimento de água de sua região cobra pelo tratamento de um litro de água?

Calcule, então, quanto você pagaria por 30 dias de vazamento!

Ainda vai deixar o conserto da torneira para o próximo mês?

Equipamentos em más condições de funcionamento resultam em perda de água. Você já parou para pensar por que cada vez mais o combate ao desperdício de água preocupa as pessoas? Vamos pensar um pouco na água que temos disponível em nosso planeta.

Dois terços da superfície terrestre são constituídos de água, mas só uma pequena parte está disponível para o abastecimento.

Parte de toda essa água encontra-se congelada e a água do mar é salgada, o custo para tratá-la é alto.

Então, o que temos disponível são as águas das chuvas, das nascentes, rios, lagos e a água subterrânea, porém parte dessa água é de difícil acesso. Além disso, a população do mundo está aumentando, o que faz o consumo aumentar também.

A água é essencial à vida. Para que ela não falte, temos que preservar o meio ambiente. A humanidade vai contra seu próprio ideal de evolução quando polui, desperdiça e destrói. Tornar o planeta inabitável para as futuras gerações é regredir. De que adianta desenvolver remédios poderosos se não se tem água potável?



Fonte: <http://ricardomatos.files.wordpress.com/2008/01/sustentabilidade.jpg>

Na instalação dos hidrômetros, devem ser observadas as seguintes recomendações gerais:

- Colocação na posição indicada pelo fabricante e sem inclinação;
- Colocação em local acessível, observando a posição para que possa ser lido sem dificuldades;
- Ter uma proteção contra inundações e raios solares, que danificam a cúpula de policarbonato;
- Manter sempre protegido contra ações danosas, vandalismo etc.;
- Obedecer às medidas recomendadas pelo fabricante para a instalação e as normas da prestadora do serviço de abastecimento;
- Evitar trechos descobertos de tubulação, que facilitam danos mecânicos.

Como todos os aparelhos, os hidrômetros, ou medidores, estão sujeitos a desgastes, quebras e desajustes. Estes últimos tanto podem prejudicar os consumidores, acarretando despesas indevidas, como as prestadoras de serviço de saneamento, reduzindo a arrecadação em decorrência de marcações incorretas. Por essa razão, é conveniente que os hidrômetros sejam periodicamente retirados, examinados e trocados.

A **manutenção** costuma ser denominada de **corretiva** quando o hidrômetro não estiver funcionando ou apresentar algum impedimento de leitura, o que acaba resultando ou em estimativa por média, ou até em consumo mínimo, podendo acarretar grandes prejuízos para a prestadora de serviço de saneamento e usuários que pagarão a conta.

A **manutenção** é **preventiva** quando o hidrômetro apresentar elevado erro nas medições por desgaste ou vencimento do período útil de funcionamento (7 a 10 anos).

Os leituristas devem estar atentos às modificações que alguns usuários fazem nos medidores a fim de pagar valor inferior ao devido pelo consumo de água. Os chamados “gatos” tornam mais cara a água para os demais usuários, já que a água utilizada sem que o medidor registre, é computada como perda.



Além do hidrômetro

Depois que a água passa pelo hidrômetro, a responsabilidade por sua qualidade passa a ser nossa, como consumidores da água.

Devemos manter a canalização em bom estado para evitar desperdício e manter o reservatório de água, nossas caixas d'água, limpas.

Você sabe como limpar a caixa de água?

A limpeza da caixa d'água deve ser realizada de 6 em 6 meses e ela precisa ser mantida bem tampada, para garantir a qualidade da água e evitar a proliferação do mosquito da dengue.

Limpeza da caixa d'água

1º. passo: Esvazie a caixa.

2º. passo: Escove bem as paredes e o fundo com uma escova de náilon. Não pode ser escova de aço.

3º. passo: Lave bem a caixa com um jato forte de água potável.

4º. passo: Coloque em um balde limpo um litro de água sanitária e 5 litros de água tratada.

5º. passo: Com uma brocha ou um pano, espalhe a solução de água sanitária no fundo e nas paredes da caixa.

6º. passo: Espere meia hora para que a solução de água sanitária faça a perfeita desinfecção da caixa d'água.

7º. passo: Lave de novo a caixa com um jato forte de água. É importante deixar toda a água escorrer. A caixa deve ficar vazia.

8º. passo: Agora, encha de novo a caixa e repita toda a operação daqui a seis meses.



Para não se esquecer de limpar novamente a caixa d'água no tempo certo, você pode anotar em uma etiqueta na própria caixa a data da próxima limpeza.

Se achar melhor pode anotar também em um calendário que costuma consultar com frequência ou em uma agenda.

Outro importante equipamento que faz parte do sistema de distribuição de água e que veremos em nossa atividade prática da minirrede é o hidrante.

Hidrantes

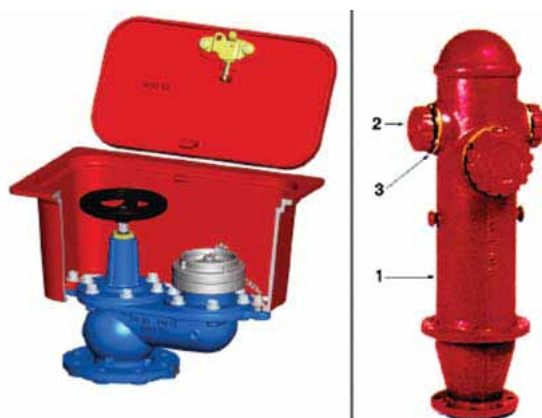
Os hidrantes são instalados em pontos estratégicos das redes de distribuição, onde devem ser capazes de fornecer água em quantidade e pressão satisfatórias para o combate a incêndios.

Um hidrante que não funciona corretamente atrapalha o trabalho do corpo de bombeiros e coloca vidas em risco.

São classificados em dois tipos:

- Hidrante de coluna;
- Hidrante subterrâneo.

A preferência pelo hidrante subterrâneo é devida ao menor custo e pela facilidade de interligar com redes de diâmetros de 75 mm, as quais compreendem a maior parte da malha urbana. Os hidrantes de coluna, de custo mais elevado, têm sido instalados em redes com diâmetro igual ou superior a 100 mm. Uma razão para sua menor instalação deve-se à possibilidade de ocorrer colisões acidentais por veículos e pedestres.



Fontes: <http://seguro.nortenet.pt/lucal/mages/07.300.pdf> e http://www.sant-gobain-canallizacao.com.br/img/producos/V_C044.gif

Figura 41: Hidrante enterrado e hidrante de coluna.

A instalação de hidrantes deve obedecer às orientações do fabricante. As dimensões das peças são padronizadas para permitirem a adaptação ao equipamento de combate a incêndio nos caminhões dos corpos de bombeiros.

Vamos continuar nosso assunto “Aspectos construtivos, operacionais e de manutenção de redes de distribuição de água”, agora falando das características de alguns materiais frequentemente utilizados em redes de distribuição de água.

Especificações de tubos, juntas, válvulas, acessórios e conexões

Para que as redes de distribuição funcionem adequadamente, os profissionais que a constroem e operam devem ter um bom conhecimento das propriedades dos materiais disponíveis no mercado. Assim poderão fazer uma boa escolha e instalá-los da maneira adequada. Na minirrede vamos ver alguns tipos de tubos, juntas, válvulas, acessórios e conexões de diferentes materiais. A seguir estão algumas informações relevantes sobre esses elementos.

Tipos de tubos, juntas e conexões e critérios para escolha dos tubos

Antes de começar a discutir os tipos de tubos, juntas, conexões e critérios para escolha de tubos, vamos fazer uma pequena atividade em grupo.

Em grupos, vamos preencher a tabela a seguir com o tipo de junta (elástica ou soldada) utilizada para cada tipo de tubulação.



Material da tubulação	Tipo de junta
Ferro fundido dúctil	
Ferro fundido cinzento	
Fibrocimento	
Aço	
Poliéster reforçado com fibra de vidro	
Concreto protendido	
PVC	

A escolha do material adequado para uma determinada aplicação depende principalmente dos seguintes fatores:

- Custo: Para ter o melhor custo o material deve ser durável, resistente e permitir o menor número de juntas, acessórios e facilitar a instalação, operação e manutenção.
- Da pressão e temperatura de trabalho: Os materiais devem resistir aos esforços internos sem trincar, deformar, ou vazar.
- Disponibilidade de diâmetro de peças e acessórios no mercado para manutenção.

- Disponibilidade de equipamentos na companhia operadora de saneamento, para instalação e manutenção da adutora.
- Da resistência ao escoamento (perdas de cargas): A seção da tubulação e o coeficiente de rugosidade, não deverão sofrer alteração sensível durante o decorrer do tempo.
- Qualidade da água: O material da tubulação não deverá prejudicar a qualidade da água, não deverá ser dissolvido ou absorvido pela água (ex.: corrosão e contaminação), e se dissolver, não provocar danos aos usuários.

Além dos aspectos relacionados, também devem ser observados outros fatores que influenciam a escolha do material, tais como:

- Pressão externa (ex.: carga de tráfego, peso de aterro).
- Declividade e altura de instalação.
- Grau de segurança da instalação.
- Tipo de solo, sua resistência, agressividade à tubulação, altura do lençol freático.
- Tipo de travessia a ser realizada, profundidade de instalação etc.

Juntas e conexões

Tubulação de ferro fundido

Os tipos de juntas utilizadas em tubulação de ferro fundido são:

- *Junta elástica*

A concepção da junta elástica é tal que a pressão de contato entre o anel de vedação em elastômero e o metal aumenta à medida que a pressão interna cresce. Uma estanqueidade perfeita é então assegurada.

- *Junta de flanges*

É constituída por dois flanges entre os quais se interpõe uma arruela especial, a qual é comprimida pelo aperto de parafusos e porcas, o que garante sua estanqueidade. É uma junta rígida que permite a desmontagem da tubulação. É geralmente utilizada em tubulações não enterradas e sujeitas a eventuais desmontagens, tais como, captação, tomada de água e estação elevatória.

- *Junta mecânica*

São juntas preparadas para suportar altas pressões, sendo recomendada para tubulações de diâmetros médios e grandes. A montagem é simples e rápida, oferecendo a possibilidade de desmontagem. A junta mecânica é utilizada em conexões com bolsas.

- *Junta elástica travada*

São juntas elásticas, que têm um anel ou trava metálicas para travamento, evitando-se a desconexão dessas. Sua utilização são para travessia de rios, solos de pequena resistência, canais e declives acentuados. Sua principal vantagem: dispensa de blocos de ancoragem, mas por sua vez é de difícil desmontagem.



Figura 42: Tipos de juntas.

Tubulação de aço

São tubulações competitivas com ferro fundido para grandes diâmetros. As principais características desse material são:

- Custo comparativo com ferro fundido para grandes diâmetros.
- Alta resistência mecânica às pressões internas e externas.
- Vazamentos quase inexistentes, quando utilizam juntas soldadas.
- Possibilidade de realizar travessia de grandes vãos sem blocos de ancoragens.
- Variedade de diâmetros e tipos de juntas.

Destacamos que a desvantagem é a pouca resistência à corrosão externa, necessitando de revestimentos especiais e proteção catódica e sua instalação requer cuidados com dilatação e dimensionamento. Para evitar as ações corrosivas de natureza eletroquímica ou eletrolítica, os revestimentos são executados especificamente de acordo com as aplicações dos tubos e acessórios, obedecendo às normas e padrões.



Figura 43: Tubulação de aço.

Para essas tubulações também existem vários tipos de juntas, que são:

- Junta flangeada;
- Junta elástica;
- Junta soldada.

A junta flangeada e a junta elástica nas tubulações de aço funcionam como as de ferro fundido.

- *Juntas soldadas*

Normalmente podem ser de aço biselado, com duas pontas lisas, sendo as mesmas com extremidades biseladas para soldas. São geralmente empregadas em adutoras de altas pressões ou as que necessitam de alto grau de confiabilidade. Essas juntas têm como vantagens a boa estanqueidade em aplicações diversas. Existem também as juntas soldadas de ponta e bolsa que são formadas por uma ponta lisa e uma bolsa expandida na extremidade do tubo ou conexões, e tem as vantagens da facilidade de montagem (alinhamento) e possibilidade do sistema ser intercambiáveis com outros materiais.

Tubos de materiais plásticos

Os materiais plásticos sintéticos são o grupo de materiais mais importante utilizado em tubulações, sendo o PVC o segundo termoplástico mais consumido no mundo (27 milhões de toneladas). O aumento constante de consumo, os preços e o aperfeiçoamento contínuo tendem a tornar maior sua expansão.

De um modo geral os plásticos apresentam as seguintes vantagens:

- Pouco peso;
- Alta resistência à corrosão;
- Coeficiente de atrito baixo;
- Facilidade de fabricação e de manuseio;
- Baixa condutividade térmica e elétrica;
- Cor própria.

Em compensação, as desvantagens são as seguintes:

- Baixa resistência ao calor;
- Baixa resistência mecânica;
- Pouca estabilidade dimensional, estando sujeito a deformação;
- Alto coeficiente de dilatação (15 vezes o do aço carbono);
- São combustíveis;
- Insegurança nas informações técnicas.



Os principais tipos de meios de ligação de tubos de materiais plásticos são:

- Ligações de pontas e bolsas;
- Ligações de compressão, ou patenteadas;
- Rosqueadas;
- Soldadas;
- Flangeadas.

Tabela de resumo para tubos e juntas

Material da tubulação	Diâmetros usuais (mm)	Tipo de junta	Observações
Ferro fundido dúctil	100 – 1.200	Elástica	Revestido internamente com cimento de alto forno e externamente com esmalte betuminoso.
Ferro fundido cinzento	100 – 600	Elástica	Comumente utilizado no passado para diâmetro de até 600 mm. Tem sido substituído por ferro fundido dúctil.
Fibrocimento	100 – 500	Elástica	Pode ser sensível à deterioração em solos agressivos úmidos.
PVC	100 – 300	Elástica	Altamente resistente a produtos químicos.
Poliéster reforçado com fibra de vidro	100 – 2.500	Elástica	Altamente resistente a temperaturas elevadas e produtos químicos, em função da resina utilizada.
Concreto protendido	400 – 2.500	Elástica	Pode ser sensível à deterioração em solos agressivos úmidos.
Aço	Acima de 600	Soldada	Deve ser revestido com material betuminoso ou argamassa de cimento e protegido externamente contra corrosão. Pode ser substituído por ferro fundido dúctil até 1.200 mm.

Tipos de acessórios e suas aplicações

As instalações de acessórios em adutoras e subadutoras de um sistema de abastecimento de água devem ser agrupadas em três categorias, em função da frequência de ocorrência. Com isso, os projetos ou mesmo a observação operacional, experiência prática, devem abordar essas condições a serem citadas:

Condição normal: é a condição resultante de manobras necessárias para adequação do sistema às situações operacionais pré-determinadas no projeto. São consideradas manobras normais:

- Abertura e fechamento de válvulas;
- Enchimento e esvaziamento de adutoras;
- Interrupção de bombeamento;
- Redução ou sustentação de pressão.

Condição emergencial: advém da falha operacional de um dos dispositivos previstos para operar em manobras normais:

- Tempo de manobra de uma válvula de controle;
- Funcionamento inadequado dos dispositivos de proteção (Ex.: válvula de pressão).

Condição catastrófica: a ocorrência é dita catastrófica quando for excepcional, ou seja, um acidente operacional. Tal condição operacional é extremamente subjetiva e de difícil previsão na fase de projeto. Deve ser considerada quando a ocorrência do acidente poderá provocar riscos de vida ou danos excepcionais às instalações e adjacências.

- Ruptura de uma adutora em ponto crítico poderá ser considerada catastrófica.

Operações em adutoras

Para o bom funcionamento de uma adutora devem ser observados os acessórios que facilitam o processo de enchimento, sendo recomendada uma velocidade média da ordem de 0,3 m/s. Essa velocidade baixa evita situações transitórias que podem ocorrer durante o processo. A sobrepressão originada com bloqueio da operação de enchimento pela pequena ou não expulsão de ar confinado em alguns pontos críticos, é da ordem de 100 vezes a velocidade de enchimento (Ex.: se for de 0,5 m/s, a pressão será de 50 mca).

A remoção pode ser hidráulica – processo no qual o ar é arrastado pelo escoamento – ou mecânica – processo no qual o ar é removido através de válvulas de expulsão de ar (ventosas).

Os acessórios são:

- Válvulas de bloqueio;
- Dispositivo de remoção de ar.

Ventosas Simples

As ventosas simples são utilizadas para expelir o ar do interior das tubulações. A presença de ar dentro de canalizações pode acarretar graves perturbações ao escoamento, dentre elas:

- Interrupção total ou parcial da vazão por um bolsão de ar aprisionado em um ponto alto da canalização;
- Golpes de aríete, devido à retenção das bolhas de ar ou ao deslocamento na canalização;
- Ineficiência das bombas por girarem a seco.

Ventosas duplas

As ventosas de tríplex função, constituídas por um corpo dividido em dois compartimentos (o principal e o auxiliar), cada um contendo um flutuador esférico em seu interior, tem por finalidades específicas:

- Expelir o ar deslocado pela água durante o enchimento da linha (compartimento principal);
- Admitir quantidade suficiente de ar, durante o esvaziamento da linha, a fim de evitar depressões e o consequente colapso da rede (compartimento principal);
- Expelir o ar proveniente das bombas em operação e difuso na água, funcionando como uma ventosa simples (compartimento auxiliar).



Válvula de descarga

As justificativas para instalação das válvulas de descargas são:

- Possibilitar a drenagem total da adutora para manutenção, ou inspeção;
- Remoção de sólidos (Ex.: areia), que acumularam com a operação da adutora nos pontos baixos, reduzindo a secção de escoamento, consequentemente diminuindo a eficiência hidráulica;
- Necessidades de descargas de águas operacionais para a limpeza e manutenção de acessórios.

Segundo a norma ABNT NBR-591/1991, a instalação dessas descargas devem ter as seguintes características:

- O esvaziamento deve ser completo do trecho da adutora, por gravidade, caso não seja possível deve-se prever meio adequado de completar a operação;
- Seu dimensionamento deve propiciar velocidade mínima de arrasto, para remover o material sedimentado;
- Tem de ter um meio de dissipar a energia da água, e o seu encaminhamento para um corpo receptor.



Controle de perdas de água em redes de distribuição de água

O assunto da última unidade desse guia é de grande importância dos pontos de vista econômico, social e ambiental. Falaremos do combate às perdas de água em sistemas de abastecimento de água, mais especificamente nas redes. Começaremos com algumas noções de gerenciamento de perdas e depois falaremos de simulação hidráulica e seu papel no combate às perdas. Se você se interessar em obter mais informações sobre controle de perdas, participe também da oficina “Gerenciamento de perdas de água e energia elétrica em sistemas de abastecimento de água” oferecida pela ReCESA.

Noções de gerenciamento de perdas de água

As elevadas perdas de água são um grande problema dos sistemas de abastecimento de água. A pouca preocupação com o uso racional dos recursos hídricos contribui para esse problema, mas a falta de recursos e o despreparo da mão de obra também são causas das perdas de água.

Questões para discussão

Em grupo, discuta e responda as questões a seguir.

A prestadora de serviço de abastecimento onde você trabalha possui um programa de redução de perdas de água e energia? Caso possua, liste algumas modificações que foram realizadas para o combate às perdas.

OBJETIVOS:

- Discutir alternativas para controle e redução de perdas de água em redes de distribuição de água.
- Entender o funcionamento dos simuladores hidráulicos em redes de distribuição de água e discutir sua importância no controle de perdas de água.
- Praticar a aplicação dos simuladores hidráulicos no dimensionamento de redes.



A energia elétrica no sistema de abastecimento onde você trabalha é utilizada de forma econômica?

.....

.....

Para você, qual a importância da economia de água e energia elétrica no seu trabalho? E em sua casa?

.....

.....

Agora será feita uma exposição oral sobre o gerenciamento de perdas de água. Procure participar durante a exposição: relate suas experiências, faça perguntas, tire dúvidas e procure identificar o que complementa as respostas que você e seu grupo apresentaram antes.

Importância do gerenciamento de perdas

A gestão adequada dos sistemas de abastecimento de água deve incluir o gerenciamento das perdas.

Controlar e reduzir as perdas são questões fundamentais e os indicadores que retratam as perdas de água estão entre os mais valorizados para a avaliação de desempenho das empresas.

Parte do gasto com energia elétrica poderia ser investido, por exemplo, em melhorias do sistema ou redução do custo da água tratada pago por nós, usuários do serviço de abastecimento. Mas além dos benefícios econômicos, economizar energia elétrica traz benefícios para o meio ambiente. Você imagina por quê?

Implementação de ações de combate às perdas

Você sabe quais as causas mais comuns das perdas de água? Como detectar e reduzir as perdas de água?

O gerenciamento das perdas deve ser visto como parte da gestão integrada dos recursos hídricos no âmbito das unidades da bacia hidrográfica.

O combate às perdas não deve se limitar ao sistema operacional. Devemos combater o desperdício nas demais instalações do serviço de saneamento com ações concretas e conscientização de todos os funcionários.

Evitar o desperdício é uma atitude que devemos ter não só no ambiente de trabalho, mas também em nossas casas.

Você já pensou nas vantagens da adoção de bons hábitos no uso de água e energia em sua casa?

Componentes das perdas de água

As perdas de água em sistemas de abastecimento correspondem aos volumes não contabilizados, incluindo os volumes não utilizados e os volumes não faturados.

Os termos “perdas físicas” e “perdas não físicas”, empregados no Brasil, significam, respectivamente, os termos “perdas reais” e “perdas aparentes”, mais adotados no cenário internacional. Do ponto de vista do significado estrito dos conceitos que tais expressões representam, entende-se como mais adequado o uso dos termos “perdas reais” e “perdas aparentes”.

As **perdas reais** correspondem aos volumes decorrentes de vazamentos e extravasamentos nas unidades do sistema, desde a captação até a distribuição, mais os volumes utilizados de forma inadequada na operação de tais unidades, provocando consumos superiores ao estritamente necessário.

As **perdas aparentes** correspondem aos volumes decorrentes do uso por ligações clandestinas (não cadastradas) e por desvio irregular no ramal de ligações cadastradas (o chamado “gato”), mais os volumes não contabilizados devido a hidrômetros com submedição, fraudes a hidrômetros, erros de leitura e outros similares.

Você sabe em que circunstâncias o consumo de água é chamado de “**consumo autorizado** não faturado”?

.....

.....

.....

As perdas de água nas unidades de produção – captação, estação elevatória, adutora de água bruta e estação de tratamento de água – enquadram-se em que grupo de perdas?

As perdas que ocorrem no lado do consumidor, ou seja, a partir do cavalete do ramal predial, podem estar ou não incluídas no total das perdas do sistema. Você sabe quando elas são incluídas?

O consumo de água é chamado de **consumo autorizado não faturado** quando não gera receita para a companhia de saneamento e é consumo oriundo de usos legítimos da água no sistema de distribuição, como uso administrativo da própria companhia de abastecimento de água, água utilizada no combate a incêndios, lavagem de ruas, manutenção do paisagismo de espaços públicos e a água empregada em algumas atividades operacionais da companhia de saneamento (lavagem de redes de água e de esgotos, lavagem de reservatórios etc.).

Prejuízo financeiro das perdas de água

As perdas relacionam-se diretamente com o aumento das despesas de produção e distribuição e com a redução da receita operacional. Nessa linha, enquadram-se, no grupo que provoca aumento das despesas, as perdas decorrentes de vazamentos, extravasamentos e consumos operacionais excessivos (lavagens, descargas, limpezas e reparos). No grupo que causa redução da receita, enquadram-se erros de micromedição, erros de estimativa de consumos faturáveis (ligações sem hidrômetros), consumos clandestinos, consumos ignorados relativos a ligações não cadastradas, mais os consumos autorizados não faturados.

Por que a água tratada que não é consumida representa também perda de energia elétrica?

Você conhece os prejuízos ao meio ambiente causados pelos meios de obtenção de energia elétrica?

Avaliação e controle das perdas de água

A avaliação das perdas de água tem duas funções básicas:

- Orientar as ações de redução e controle;
- Comparar desempenhos, em unidades do próprio operador, ou entre diferentes operadores.

Avaliar as perdas significa conhecer todos os fatores diretamente relacionados a elas: quantidades perdidas, causas e consequências, impacto sobre os custos e receitas operacionais, relação com a oferta e a demanda, custos para redução e o controle, dentre outros.

Conhecidos todos esses fatores, pode-se ter a visão clara do problema, com todos os elementos para a tomada de decisão, além de poder situar, com melhor precisão, o seu desempenho.

Automação do sistema de abastecimento de água

Para facilitar a operação do sistema de abastecimento de água, são utilizados equipamentos automatizados, ou seja, controlados por um painel que permite acionar esses equipamentos à distância e monitorar o sistema, identificando de maneira rápida e precisa um problema.

Telecomando e telemetria

Os sistemas de telecomando e telemetria são compostos por equipamentos que permitem comandar o funcionamento do sistema à distância e monitorar as unidades. É possível acionar motores, bombas, válvulas, dentre outros, à distância. Também é possível monitorar os níveis dos reservatórios e o estado de funcionamento dos equipamentos.

A operadora do serviço de abastecimento de água onde você trabalha utiliza sistemas automatizados?



Que informações são monitoradas pelo sistema?

Com a automatização do sistema de abastecimento de água em que você trabalha, quais as ações necessárias para reduzir as perdas de água e energia durante a operação das redes de distribuição da empresa onde você trabalha?

Liste também as dificuldades que serão enfrentadas para implantar cada uma das medidas necessárias ao combate às perdas.

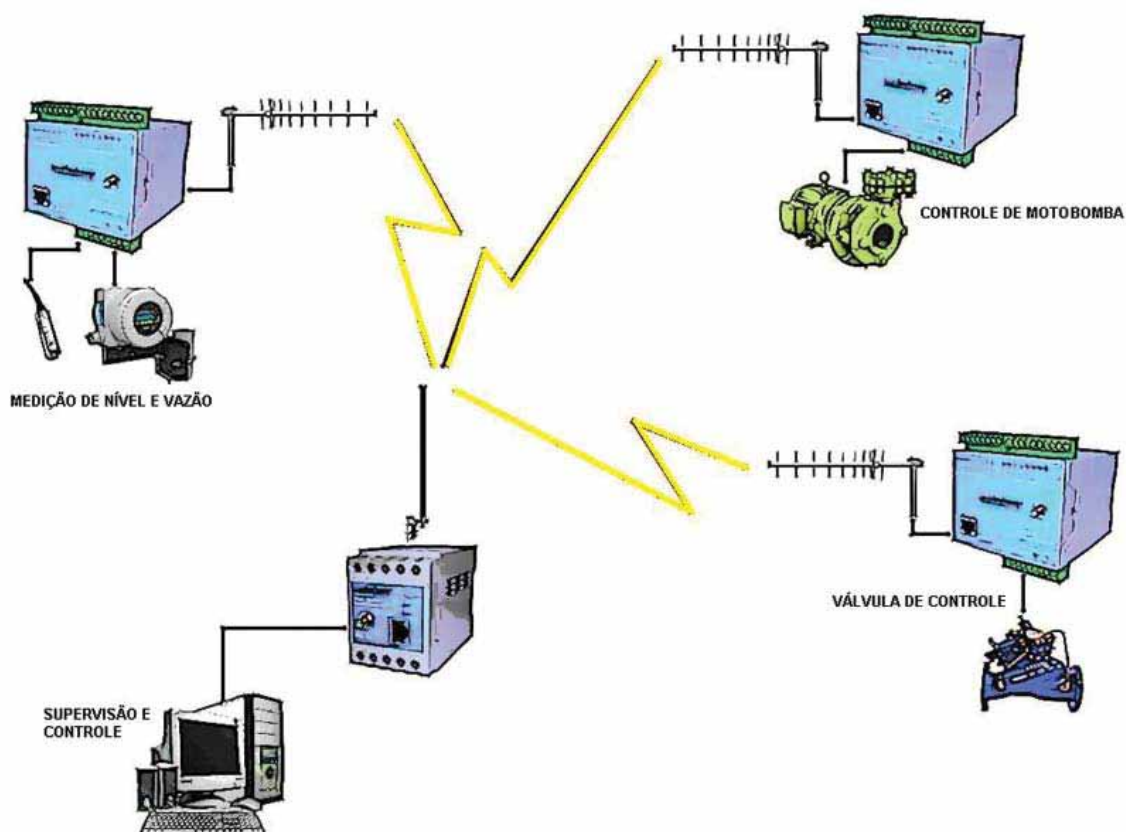
.....

.....

.....

.....

.....



Fonte: Adaptado de http://www.infraautomacao.com.br/sgf/arquivos/topologia_com_flex.jpg

Uma importante ferramenta para o combate ao desperdício de água e energia elétrica é a informação.

Várias instituições já estão envolvidas em projetos de educação social e oferecendo cursos, treinamento e palestras a profissionais. A ELETROBRÁS, através do PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica), e a ReCESA são algumas dessas instituições.

A ELETROBRÁS/PROCEL instituiu o PROCEL SANEAR – Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental, que atua de forma conjunta com o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA) e o Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS).

A ReCESA, assim como os núcleos regionais que a compõe ou que já a compuseram (Nucase, Nurene, Nureco e Nucasul), também fazem parte do PMSS.

Veja mais informações sobre o Procel no site: <http://www.elektrobras.com/pci/data/Pages/LUMISA84BD56DPTBRIEGUEST.htm>

Agora vamos falar de uma ferramenta utilizada no controle de perdas de água, a simulação hidráulica.

Simulação hidráulica e automação de redes de distribuição de água

Temos, no mercado, diversos modelos hidráulicos computacionais aplicados à solução de problemas relacionados à distribuição de água. Nessa unidade discutiremos algumas vantagens desses sistemas tomando como exemplo um programa de computador que pode ser obtido gratuitamente.

Questões para discussão



Você conhece algum simulador hidráulico? Qual a importância da simulação antes da execução de um projeto de rede de distribuição de água?

Simuladores hidráulicos

São utilizados programas de computador para simular, tentar prever o comportamento de um sistema submetido a determinadas condições. Todos os simuladores possuem entre si algumas características em comum:

- Admitem a possibilidade de trabalhar com mais de um sistema de unidades;
- Possibilitam a geração de relatórios e gráficos das variáveis selecionadas dentre as envolvidas nos cálculos;
- Possuem a capacidade de simular diversos cenários, sejam eles físicos (configurações do sistema distribuidor, por exemplo), temporais (diversos tipos de projeções populacionais ou etapas de uma determinada projeção) ou até mesmo operacionais (determinada válvula fechada ou aberta, por exemplo).

Alguns modelos existentes no mercado permitem a simulação do custo preliminar do projeto, de modo a possibilitar uma comparação, do ponto de vista econômico, das diversas alternativas de soluções possíveis para um determinado problema. Um conhecido simulador hidráulico é o EPANET.

Você conhece o EPANET? Ele é um programa desenvolvido pela Agência de Proteção Ambiental do Governo Norte-Americano, a U.S.E.P.A. (*United States Environmental Protection Agency*). Esse programa é obtido gratuitamente e grande parte dos programas comerciais com a mesma finalidade é baseada nele.

Para quem está começando a utilizar os modelos hidráulicos computacionais, o EPANET é uma boa opção, não só por ser gratuito, mas também por ajudar no entendimento do funcionamento desse tipo de modelo computacional.

Aplicação dos modelos hidráulicos computacionais

São muitas as aplicações desses modelos. Essas aplicações podem ser divididas, basicamente, em dois grupos principais:

- Planejamento (incluindo as atividades de elaboração de planos projetos);
- Operação propriamente dita dos sistemas.

Para conhecer as aplicações do programa que você utiliza ou quer utilizar, procure o fornecedor. Eles costumam oferecer treinamento para que os funcionários da empresa que adquiriu o programa possam operá-lo de forma adequada. No caso do EPANET, é possível encontrar o manual de utilização do programa na mesma página da internet onde você encontra o arquivo para instalá-lo.

Na página do Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da UFPB (Universidade Federal da Paraíba) você encontra a versão do EPANET em português (EPANET 2.0 Brasil) e o Manual do programa. É essa a versão que utilizaremos em nossos exercícios durante a oficina: http://www.lenhs.ct.ufpb.br/?page_id=34

Elementos necessários para simulação hidráulica

Os elementos de entrada necessários para a construção de um modelo hidráulico de uma rede distribuidora são:

- Levantamento planialtimétrico cadastral: cadastro da região do sistema que se deseja modelar;
- Em alguns casos mais simples basta o levantamento planimétrico com pontos cotados nos cruzamentos de ruas e nos nós limites do modelo (reservatórios, elevatórias, estações de tratamento, barragens, dentre outros).

Você sabe o que é um **levantamento planialtimétrico**? E um **levantamento planimétrico**?

Um levantamento planialtimétrico descreve o relevo do terreno em três dimensões, enquanto o levantamento planimétrico é uma descrição em duas dimensões.

- Cadastro hidráulico do sistema a modelar: compreende não só as informações de rede como as dos reservatórios (volume, forma e níveis), das elevatórias (curvas e bombas) e válvulas, além do conhecimento do *status* dos registros de manobra (sempre fechados ou parcialmente fechados);
- Informações de consumo a alocar nos respectivos nós do modelo;
- Curva de demanda horária, para que seja considerada a variação do consumo nos nós ao longo de um ou mais ciclos diários.

Para conhecermos melhor a utilização dos modelos computacionais, vamos fazer um exercício simples utilizando o EPANET.

Vamos desenhar e simular o esquema de sistema de abastecimento de água mostrado a seguir. Essa atividade será feita seguindo o roteiro apresentado a seguir. Se houver dúvidas, peça ajuda aos colegas, ao monitor e ao instrutor. No início pode parecer difícil, mas tudo é questão de prática.



Roteiro de atividade

Simulação Hidráulica EPANET 2.0 Brasil

Esquema de sistema de abastecimento

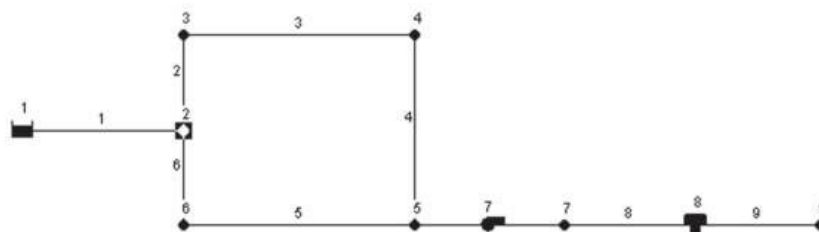


Figura 44: Esquema de sistema de abastecimento.

Tabela dos dados de entrada

Nós	Cota (m)	Consumo (L/s)	Tubos	L (m)	D (mm)
R. 1	870	#N/A	1	350	350
Nó 2	850	6	2	75	250
Nó 3	840	25	3	150	200
Nó 4	835	12	4	150	100
Nó 5	830	13	5	150	50
Nó 6	830	28	6	75	200
Nó 7	830	–	Bomba 7	–	–
R. 8	865	#N/A	8	250	125
Nó 9	855	8	9	100	125
Diâmetro do R: 12 m			Rugosidade C: 120		

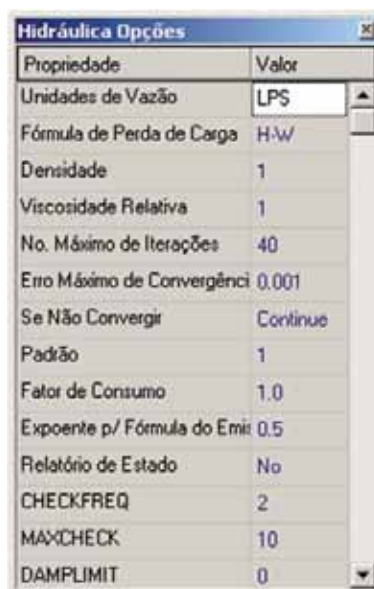
Legenda: #N/A = Não se aplica; C = Coeficiente da equação de Hazen-Williams; D = Diâmetro do tubo; L = Comprimento do tubo; R = Reservatório.

Primeiro passo: Alterar as unidades de medida e escolher a equação de perda de carga.

Leve o cursor até a barra de menu e selecione *Projeto*; depois selecione *Opções de Simulação*.

Na Propriedade *Unidade de Vazão*, selecione *LPS* (litros por segundo) e na *Fórmula de Perda de Carga*, selecione *H-W* (Hazen-Williams). As outras propriedades não serão necessárias nesse exemplo.

Outro procedimento importante é localizar as barras de ferramentas que estão na parte superior da tela do programa. A barra à esquerda é a barra *Padrão*. À direita está a barra *Mapa*. Os ícones das barras são ativados com o “clique” do mouse.



Barra de ferramentas


	Novo
	Abrir
	Salvar
	Imprimir
	Copiar
	Apagar
	Localizar
	Executar Simulação
	Consultar
	Gráfico
	Tabela
	Opções


Barra de ferramentas Mapa

	Selecionar Objeto
	Selecionar Vértices
	Selecionar Região
	Pan
	Mais Zoom
	Menos Zoom
	Tamanho Original
	Adicionar Nó
	Adicionar RNF
	Adicionar RNV
	Adicionar Trecho
	Adicionar Bomba
	Adicionar Válvula
	Adicionar Rótulo




Segundo passo: Prosseguindo com o desenho da rede de abastecimento.

Para desenhar, basta selecionar o item da barra de ferramentas *Mapa* desejado e depois “clique” na área em branco, que chamamos *Mapa da Rede*, na posição em que se deseja inserir o elemento de rede.

Para excluir qualquer elemento, leve o cursor no botão *Selecionar Objeto*  da barra de ferramentas *Mapa* e selecione o objeto no *Mapa da Rede*. Em seguida, aperte a tecla *Delete* no teclado do computador.

Selecione o botão *Adicionar RNF*  e insira o reservatório como está mostrado no esquema de sistema de abastecimento da figura 44, mostrada no início do nosso roteiro de atividade.




Terceiro passo: Inserindo os nós.

Selecione o botão *Adicionar Nó*  e insira os nós. Depois do nó 7, insira o tanque selecionando o botão *Adicionar RNV* . Depois selecione novamente o botão *Adicionar Nó*  e insira o último nó. A ordem de inserção de cada elemento no *Mapa da Rede* é a ordem de identificação usada pelo programa. O esquema desenhado ficará como na figura a seguir.



Você conseguiu obter um desenho como o da figura anterior? Então vamos para o quarto passo.

Quarto passo: Inserindo os tubos e bomba.

Selecione o botão *Adicionar Trecho*  e insira os tubos clicando no centro do nó de montante e depois no centro do nó de jusante. Insira os tubos na ordem da figura e o EPANET os numerará de forma equivalente. Insira a bomba clicando no botão *Adicionar Bomba*  e depois no centro do nó 5 e no centro do nó 7. Salve seu progresso selecionando o botão *Salvar* .

Salve ocasionalmente o que tiver feito para não perder dados. É importante ressaltar que o EPANET considera tubos e bombas como links, e por fazerem parte do mesmo grupo, seguem a mesma sequência numérica. Por isso, nesse exemplo, não há tubo 7. Embora ocupe espaço no desenho e seja desenhada como linha, a bomba é considerada como um componente do sistema sem propriedades de diâmetro e comprimento. Assim, faz-se necessária a inserção da tubulação 8, para uma correta simulação do sistema de recalque.

Quinto passo: Identificação dos tubos e nós.

Leve o cursor até a *Barra Menu* e selecione *Visualizar* e depois selecione *Opções*. Selecione a guia *Notação* e marque as opções de numeração de tubos e nós. Aumente o tamanho da fonte para 16.

Sexto passo: Editando as propriedades dos tubos e nós.

Use o duplo “clique” do mouse nos elementos selecionados para exibir suas propriedades. Altere-as, inserindo os valores fornecidos, “clcando” nos campos indicados conforme a figura 46.

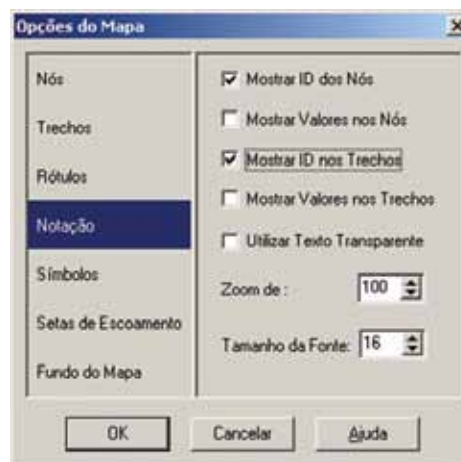


Figura 45: Opções do Mapa.


Trecho 4		Nó 3		RNF 1		RNV 8	
Propriedade	Valor	Propriedade	Valor	Propriedade	Valor	Propriedade	Valor
*ID do Trecho	4	*ID do Nó	3	*ID do RNF	1	*ID do RNV	8
*Nó Inicial	4	Coordenada X	1936.79	Coordenada X	235.01	Coordenada X	7317.67
*Nó Final	5	Coordenada Y	7325.20	Coordenada Y	6325.20	Coordenada Y	5325.20
Descrição		Descrição		Descrição		Descrição	
Zona		Zona		Zona		Zona	
*Comprimento	150	*Cota	752.63	*Nível de Água	791.35	*Cota	0
*Diâmetro	200	Consumo Base	0	Padrão de Nível		*Altura de Água Inicial	10
*Rugosidade	100	Padrão de Consumo		Qualidade Inicial		*Altura de Água Mínima	0
Coef. Perda de Carga Singul	0	Categorias de Consumo	1	Origem de Qualidade		*Altura de Água Máxima	20
Estado Inicial	Open	Coef. do Emissor		Balanco de Vazão	##N/A	*Diâmetro	50
Coef. Reação no Escorment		Qualidade Inicial		Nível de Água	##N/A	Volume Mínimo	
Coef. Reação na Parede		Origem de Qualidade		Pressão	##N/A	Curva de Volume	
Vazão	##N/A	Consumo Corrente	##N/A	Qualidade	##N/A	Modelo de Mistura	Mixed
Velocidade	##N/A	Carga Hidráulica Total	##N/A			Fração de Mistura	
Perda de Carga	##N/A	Pressão	##N/A			Coef. Reação	
Fator de Resistência	##N/A	Qualidade	##N/A			Qualidade Inicial	
Taxa de Reação	##N/A					Origem de Qualidade	
Qualidade	##N/A					Balanco de Vazão	##N/A
Estado	##N/A					Nível de Água	##N/A
						Pressão	##N/A
						Qualidade	##N/A

Figura 46: Propriedades do Tubo 4; do Nó 3; do Reservatório RNF e do Reservatório RNV.


Basta “clique” com o botão direito do mouse nos campos à frente dos nomes das propriedades e inserir os valores fornecidos na tabela apresentada no início do exemplo.

No tubo, Rugosidade é o coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams. No nó, inserimos a *Cota*, cota altimétrica, e o *Consumo Base*. No Reservatório RNF, *Nível de Água* é a soma da cota de fundo do reservatório e nível de água máximo. Os níveis inicial, médio e final do *Reservatório RNV* não serão alterados para a resolução desse exemplo. O diâmetro do *Reservatório RNV* é de 12 m.

Sétimo passo: Editando as propriedades da bomba.

Leve o cursor do mouse até o lado direito da tela, na janela *Navegador*. Selecione a guia *Dados*. Depois, selecione a opção *Bombas*. Em seguida, selecione o ícone *Editar* .

Na janela de *Propriedades da Bomba* vamos definir a propriedade *Curva da Bomba*.

Para fazer a curva de uma bomba, volte à janela *Navegador* e, na guia *Dados*, selecione *Curvas*. Selecione *Adicionar*  .

A janela *Editor de Curvas* aparecerá. Preencha a tabela à esquerda do *Editor de Curvas* com os valores para vazão e carga que estão na figura 47. O EPANET calculará a equação com apenas 1 ponto. Essa curva não será de uma bomba real, ela foi construída para esse exemplo.

Depois, salve a curva selecionando o botão *Salvar* e saia do *Editor de Curvas* clicando em *OK*. Volte às propriedades da bomba e insira o número 1 no *Campo Curva da Bomba*.

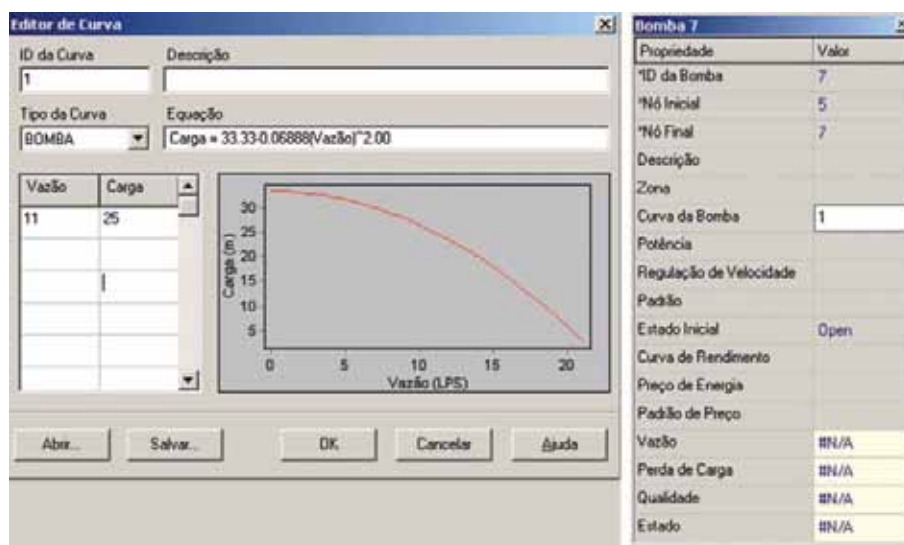



Figura 47: Editor de Curva.


Oitavo passo: Executando a simulação.

Depois de inseridas as propriedades de todos os elementos desenhados, clique no botão *Executar Simulação*  . Aparecerá uma janela com a mensagem: “Simulação bem sucedida”.

Caso a mensagem seja: “Foram geradas mensagens de advertências. Ver relatório de estado para mais detalhes.” “Clique” em OK para verificar quais foram os pontos onde o programa identificou erros e confira os passos anteriores, para corrigir o problema.

Nono passo: Emitindo resultados.

Leve o cursor do *mouse* para a barra de Menu, selecione a opção Relatório e depois, Tabela. Escolha se a tabela será dos nós (*Nós da Rede*) ou tubos (*Trechos da Rede*). Nessa mesma janela, “clique” na guia superior *Colunas*. Para os nós, selecione *Cota*, *Consumo-Base* e *Pressão*. Para os tubos, *Comprimento*, *Diâmetro*, *Vazão* e *Velocidade*. Depois clique em *OK*.

Somente uma tabela poderá ser emitida de cada vez. A tabela pode ser exportada para outros programas, selecionando-se as células de interesse e clicando logo em seguida no botão *Copiar*  da *Barra de Ferramentas Padrão*. Selecione a opção *Área de Transferência* e logo em seguida cole no programa de sua preferência ou no Bloco de notas do Windows.

As figuras 48 e 49 mostram as tabelas de saída desse exemplo. Confira seus resultados!

Tabela da Rede - Trechos				
ID do Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Vazão LPS	Velocidade m/s
Tubulação 1	350	350	93.69	0.97
Tubulação 2	75	250	56.42	1.15
Tubulação 3	150	200	31.42	1.00
Tubulação 4	150	100	19.42	2.47
Tubulação 5	150	50	3.28	1.67
Tubulação 6	75	200	31.28	1.00
Tubulação 8	250	125	9.69	0.79
Tubulação 9	100	125	0.00	0.65
Bomba 7	#N/A	#N/A	9.69	0.00

Figura 48: Tabela de saída – Nós.

Tabela da Rede - Nós			
ID do Nó	Cota m	Consumo-Base LPS	Pressão m
Nó 2	850	6	18.47
Nó 3	840	25	27.81
Nó 4	835	12	31.49
Nó 5	830	13	20.61
Nó 6	830	28	37.81
Nó 7	830	0	47.47
Nó 9	855	8	19.31
RNF 1	870	#N/A	0.00
RNV 8	865	#N/A	10.00

Figura 49: Tabela de saída – Tubos.

Agora que já resolvemos um exemplo de simulação no EPANET juntos, vamos trabalhar em uma atividade em grupos.

Utilização do EPANET



O seu grupo foi encarregado de avaliar a pré-concepção de uma rede tronco para abastecimento de uma determinada localidade. Para isso, você deverá simular a rede no programa EPANET e, se necessário, propor melhorias.

Vamos começar lançando no EPANET a pré-concepção da rede tronco apresentada abaixo, utilizando as tabelas fornecidas para a entrada dos dados dos nós e tubulações.

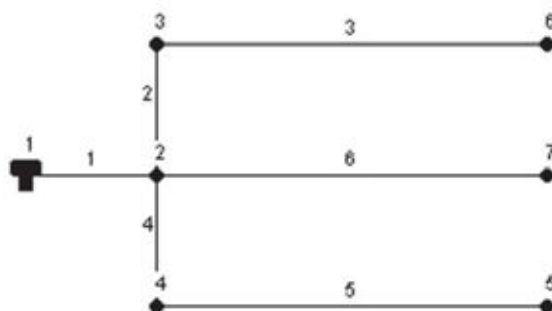
Nó	Cota (m)	Consumo (L/s)	Tubo	L(m)	D (mm)
2	720	12	1	200	350
3	730	7.5	2	150	150
4	730	8	3	300	150
5	715	22	4	150	250
6	735	18	5	300	250
7	725	35	6	300	100

Reservatório 1 (Diâmetro = 30 m)

Cota = 750 $NA_{min} = 0$ m $NA_{max} = 5$ m $C = 120$

Foram fornecidas as vazões médias (sem K_1 e K_2)

Legenda: C = coeficiente da equação de Hazen-Williams; D = diâmetro do tubo; k_1 = coeficiente do dia de maior consumo; k_2 = coeficiente da hora de maior consumo; L = comprimento do tubo; NA = nível de água.



Agora, vamos simular a operação da rede para avaliar as condições de funcionamento em termos da Pressão Estática Máxima e da Pressão Dinâmica Mínima. O programa apresentou algum erro? Caso tenha apresentado, cite os problemas e proponha soluções. Observar também as vazões e velocidades encontradas, comparando-as com os valores listados abaixo.

Limites para pré-dimensionamento de rede de abastecimento de água													
DN (mm)	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
V (m/s)	0,50	0,50	0,60	0,80	0,90	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80
Q (L/s)	1,0	2,2	4,7	14,1	28,3	53,9	84,8	125,0	176,0	238,0	314,0	403,0	509,0

Legenda: DN = Diâmetro nominal do tubo; Q = vazão; V = velocidade.

Limites da NBR 12.218:

Pressão estática máxima na rede = 50 mca

Pressão dinâmica máxima na rede = 10 mca

Velocidade máxima nas tubulações = 3,5 m/s

Velocidade mínima nas tubulações = 0,6 m/s

Você e seu grupo podem pedir a ajuda do monitor e do instrutor durante a simulação e na análise dos resultados.

Agora que todos os grupos já têm suas respostas, vamos discutir cada etapa da atividade juntos.

Os recursos do EPANET que utilizamos nessa atividade são alguns dos muitos que o programa oferece. Uma boa utilização desse programa auxilia na identificação e redução de perdas de água (na identificação de trechos com pressão elevada, por exemplo).

Para ler e refletir



Vamos terminar a oficina “Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água” lembrando a atividade que fizemos, individualmente, no início do nosso encontro.

Você se lembra das crianças acometidas por diarreia em uma escola? Você respondeu quais as possíveis causas do surto e refletiu sobre onde poderia ter ocorrido a contaminação da água caso a doença tivesse acometido uma das crianças e seus irmãos, caso as crianças fossem vizinhas em um mesmo bairro e caso morassem não tão próximas, mas em uma mesma cidade. Algo mudou em suas respostas?

O que você aprendeu na oficina, trocando experiências com o instrutor e com seus colegas, que você levará para melhorar o seu trabalho? Reflita um pouco e responda.

Qual a importância do seu trabalho para a saúde da população da região onde você mora e trabalha?

Chegamos ao fim da oficina.

Esperamos que os temas abordados tenham acrescentado informações úteis a você como cidadão e como profissional.

A seguir estão as fontes consultadas na elaboração deste guia e que você poderá utilizar caso queira aprofundar seus conhecimentos sobre “Construção, operação e manutenção de redes de distribuição de água”. Junto com esse guia você receberá também um CD que contém o material utilizado na oficina, incluindo o arquivo para instalação do EPANET 2.0–Brasil. Consulte esse material que você está recebendo e procure se atualizar sempre, estudando e ampliando seus conhecimentos. Afinal, o seu trabalho é muito importante para todos os moradores da sua cidade.

Para saber mais...

Anais **6º. Curso de Combate ao Desperdício de Energia e Água em Saneamento Ambiental** – São Paulo – 08 a 12 de agosto de 2005 – ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – PROCEL.

Anais do **Seminário Internacional sobre Programas de Redução e Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água** – Recife – Ministério das Cidades – 2003

AZEVEDO NETO, J. M. *et al.* **Manual Hidráulica**. 8ª. Edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº. 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília-DF: Diário Oficial da União, p. 39-46, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. **Comentários sobre a Portaria MS 518/2004 – Subsídios para implementação**. Série E. Legislação de Saúde. Brasília-DF, 2005.

Catálogo eletrônico de fabricantes. SAINT GOBAIN– 2007.

Catálogo eletrônico de fabricantes. TIGRE – 2007

Catálogo eletrônico de fabricantes. VALLOY – 2007

Comentários sobre o Decreto nº. 5.44. Subsídios para implementação. Brasília – DF 2006.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS (CEMIG). Universidade Federal de Lavras. 2ª. Edição revisada, 2004.

DAVIDE, A. C. **Nascente, o verdadeiro tesouro da propriedade rural** – o que fazer para conservar as nascentes nas propriedades rurais. Belo Horizonte.

FONSECA, E. A. M. **Manutenção de Adutoras**. São Paulo. Governo do Estado. Secretaria dos Serviços de Obras Públicas.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). **Manual de Saneamento**. 3ª. Edição. Fundação Nacional de Saúde, Ministério da Saúde. Brasília, 2004.

HELLER, L., PÁDUA, V. L. (Orgs.). **Abastecimento de água para consumo humano**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

LASMAR, I. **Ancoragens de tubulações com junta elástica**. Rio Janeiro: ABES, 2003.

MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas**. Editora Guanabara Dois S.A., Rio de Janeiro.

MARTIN, **Redes de distribuição de água**. In: Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água. Vol. 1, CETESB. São Paulo 1976.

MINISTÉRIOS DA SAÚDE, JUSTIÇA, CIDADES E MEIO AMBIENTE. **Definição de critérios para implantação de hidrantes urbanos e proposição de medidas que impeçam o furto de água através destes equipamentos**. SABESP/IPT. São Paulo, 2000.

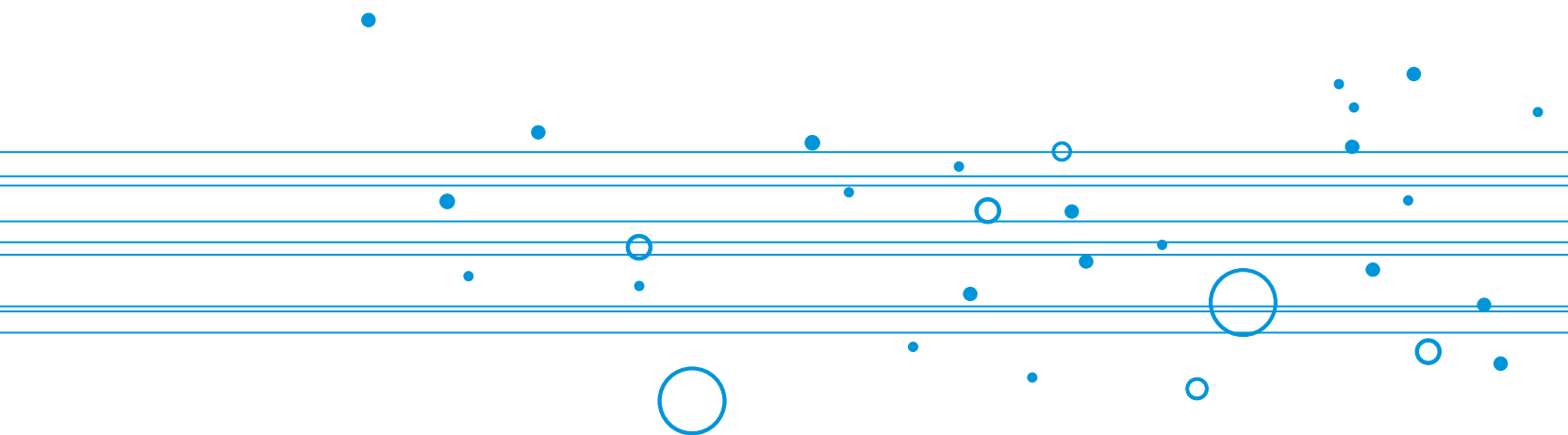
MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (Org.). **Resíduos sólidos : gerenciamento de resíduos da construção civil** : guia do profissional em treinamento : nível 2. Belo Horizonte : ReCESA, 2008.

TELLES, P. C. S. **Tubulações Industriais**. 6ª. Edição. Rio Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora Solute.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 2ª. Edição. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005 XIII.

VIEIRA, A. R. Cadernos de Educação Ambiental – **Água para Vida, Água para Todos**: Livro das Águas. Brasília: WWF–Brasil, 2006.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: EDUFMG, 1996.



01. Os tubos, conexões, aparelhos e seus acessórios (sobretudo os materiais para execução das juntas) devem ser levados para o local de sua instalação:

- a.() o mais rápido possível, de preferência antes da sinalização da obra;
- b.() em momento próximo àquele em que eles serão utilizados, para que não fiquem expostos a riscos de danos por muito tempo.

02. Quando empilhados ou dispostos no solo (inclusive ao lado e no fundo da vala, os tubos devem ser apoiados sobre material macio (ou sobre travessas de madeira, no caso de empilhamento) porque:

- a.() as peças não apoiadas adequadamente podem acabar danificadas, principalmente as extremidades (ponta e bolsa);
- b.() empilhar de forma adequada é uma prática recomendada para que as peças ocupem menos espaço, mas não é importante seguir essa recomendação.

03. As pilhas de tubos devem ser presas lateralmente por escoras e:

- a.() não devem ter mais que 1,5 m de altura, no caso de tubos de PVC rígido, ou superior a 2,0 m, no caso de tubos de ferro fundido;
- b.() podem atingir qualquer altura, o importante é que todos os tubos que serão utilizados sejam colocados na mesma pilha.

04. Para o transporte de materiais pesados, deverão ser utilizados equipamentos adequados como guindastes, talhas ou pranchões de madeira. Isso porque:

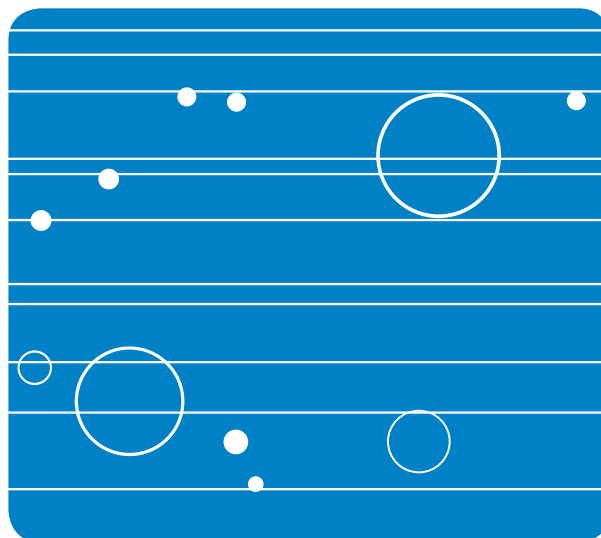
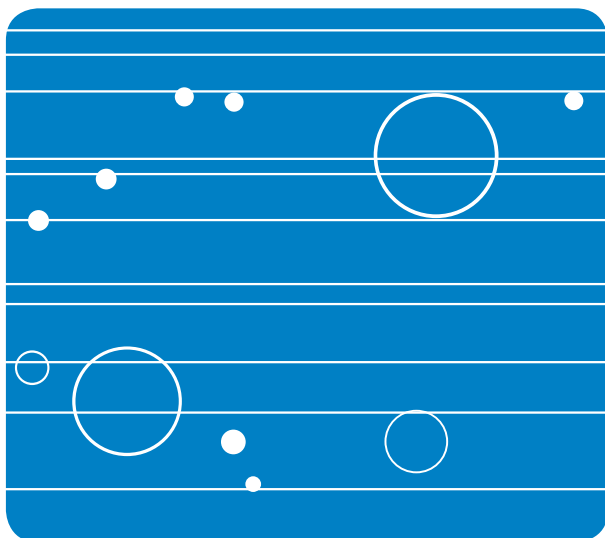
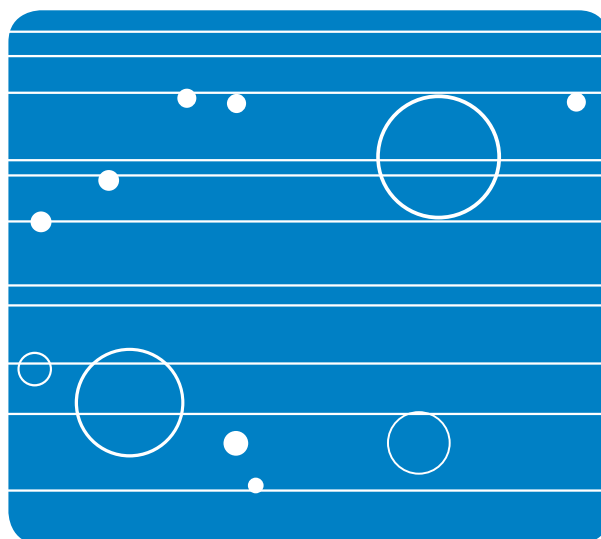
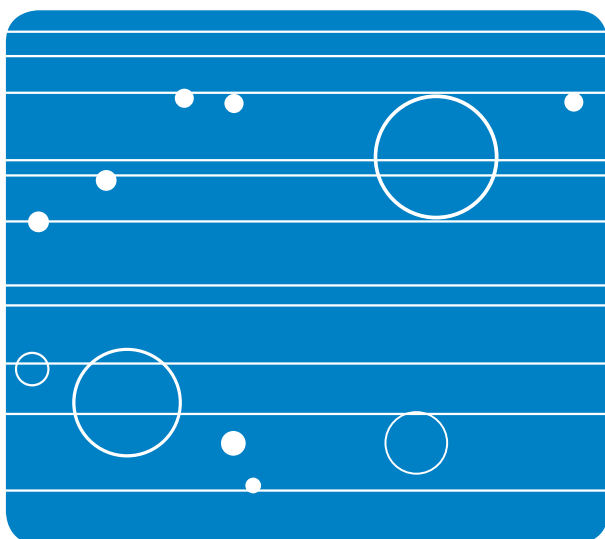
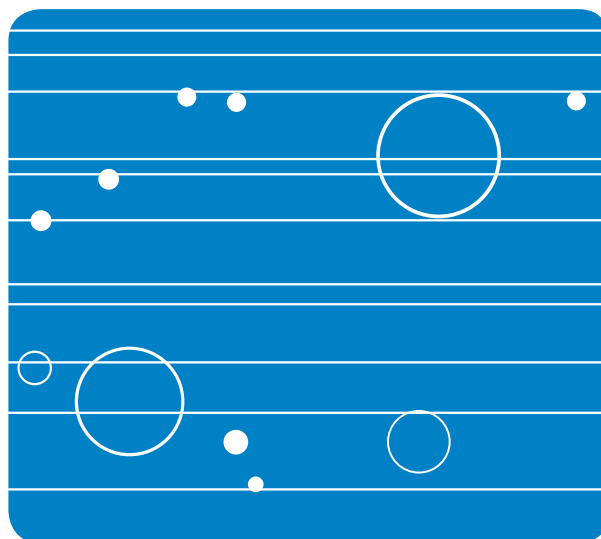
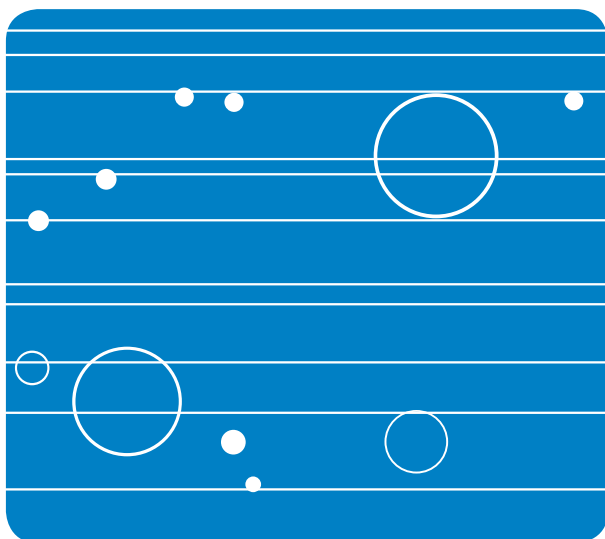
- a.() o uso de equipamentos para manuseio de peças pesadas tem como único objetivo tomar mais rápido o transporte dos materiais;
- b.() deve-se realizar a movimentação dos materiais de forma coordenada, sem golpes, choques e sem seu arrastamento pelo chão. Isso evita que o material seja danificado e que aconteçam acidentes com os trabalhadores.

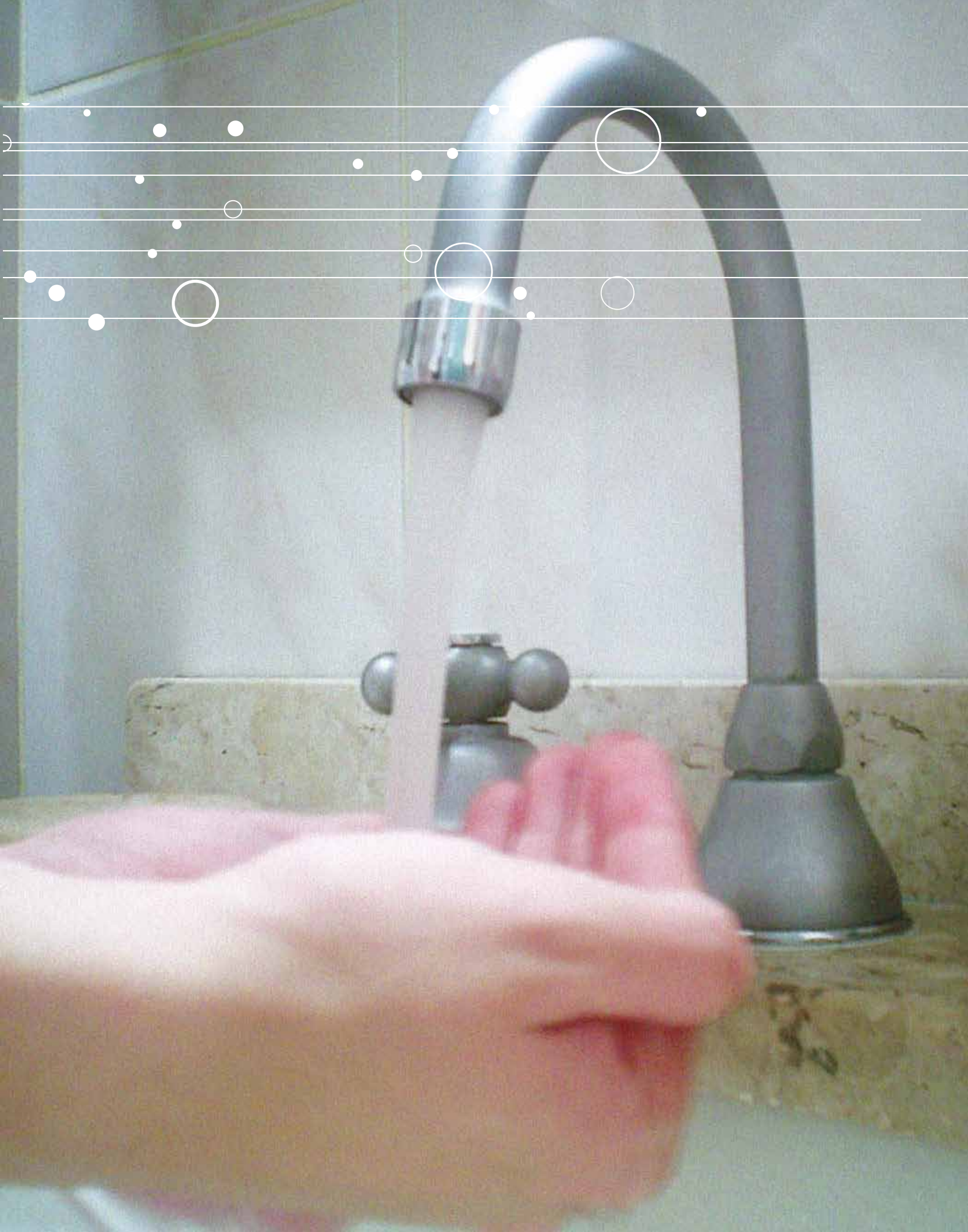
05. Deve-se evitar atirar ao solo tubos, conexões, aparelhos e seus acessórios, assim como deixá-los cair ou se chocar com outros materiais porque:

- a.() o cuidado com os materiais evita prejuízos com reposição de peças, que podem ter que ser trocadas durante a obra ou necessitar de manutenção precocemente;
- b.() essa recomendação tem apenas o objetivo de evitar a desorganização da obra. Materiais utilizados nas redes de distribuição de água não se danificam em quedas e choques.

06. Devem ser devidamente protegidos os materiais sujeitos a alterações por efeito de intempéries (insolação, calor etc.), como os tubos e conexões de PVC, ou facilmente danificáveis porque:

- a.() as alterações causadas pela ação de intempéries podem aumentar as chances do material ser danificado durante o manuseio, mas não prejudicam a função da peça após instalada;
- b.() a conservação dos materiais evita prejuízos com reposição de peças, que podem ter que ser trocadas durante a obra ou necessitar de manutenção precocemente.





1ª Edição Realização



Organização



SNSA



Promoção



Patrocínio



2ª Edição Realização



Promoção



Execução



Financiamento

SNSA

Ministério das Cidades



CT - Hidro

