
MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

PARA PROJETO, INSTALAÇÃO E
MANUTENÇÃO DE TUBOS DE COBRE
EM SISTEMAS DE ÁGUA



International Copper
Association Brazil
Copper Alliance

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

PARA PROJETO, INSTALAÇÃO E
MANUTENÇÃO DE TUBOS DE COBRE
EM SISTEMAS DE ÁGUA



International Copper
Association Brazil
Copper Alliance

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. MANUAL DE BOAS PRÁTICAS	7
3. BENEFÍCIOS DO COBRE NAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS ..	8
4. TUBOS E CONEXÕES DE COBRE	9
4.1 COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES DOS TUBOS DE COBRE	
4.2 TUBOS DE COBRE RÍGIDOS	
4.3 TUBOS DE COBRE FLEXÍVEIS	
4.4 CONEXÕES DE COBRE	
5. MÉTODOS PARA UNIR TUBOS E CONEXÕES DE COBRE	18
5.1 SOLDAGEM: SOLDA BRANDA E SOLDA FORTE	
5.2 FLANGEAMENTO	
6. SISTEMAS HIDRÁULICOS - ÁGUA FRIA, ÁGUA QUENTE, HIDRANTES E SPRINKLERS	29
7. ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO	30
7.1 PROJETO	
7.1.1 PRESSÃO DE USO E OPERAÇÃO	
7.1.2 TEMPERATURA DE OPERAÇÃO	
7.1.3 DILATAÇÃO TÉRMICA DA REDE	
7.1.4 CONCEITO DE JUNTAS DE EXPANSÃO	
7.1.5 CONCEITO DE LIRAS E MUDANÇA DE DIREÇÃO	
7.1.6 ISOLAMENTO TÉRMICO DA REDE DE ÁGUA QUENTE	

7.2	INSTALAÇÃO	
7.2.1	MANUSEIO E ARMAZENAMENTO	
7.2.2	FIXAÇÃO DAS TUBULAÇÕES	
7.2.3	INSTALAÇÃO DAS JUNTAS DE EXPANSÃO	
7.2.4	INSTALAÇÕES ENTERRADAS	
7.2.5	INSTALAÇÕES EMBUTIDAS	
7.2.6	INSTALAÇÕES APARENTES	
7.2.7	TUBULAÇÕES MISTAS DE AÇO E COBRE	
7.2.8	LIMPEZA DA REDE	
7.2.9	ENSAIO DE ESTANQUEIDADE	
7.2.10	ISOLAMENTO TÉRMICO	
7.3	COMISSIONAMENTO	

8. O COBRE E A ÁGUA48

8.1	PRINCÍPIO DE CORROSÃO	
8.2	FORMAÇÃO DE CAMADA PROTETORA	
8.3	CUIDADOS E RECOMENDAÇÕES	

9. TRATAMENTO DA ÁGUA51

9.1	POÇOS ARTESIANOS / CARROS PIPA	
9.2	PRECAUÇÕES	

REFERÊNCIAS.....53

AGRADECIMENTOS54

1. INTRODUÇÃO

O PROCOBRE - Instituto Brasileiro do Cobre - é uma instituição sem fins lucrativos que tem por objetivo promover o uso correto e eficiente do cobre. Por meio desta publicação, o Procobre visa oferecer orientação técnica aos profissionais que trabalham com sistemas de água, para a correta utilização do cobre nas instalações.

Espera-se que este guia contribua para o aperfeiçoamento de competências técnicas dos profissionais do setor, facilite e intensifique o intercâmbio de conhecimento entre os prestadores de serviços, orientando-os na realização de seus trabalhos, para que sejam executados de forma prática e eficiente.

O conteúdo desenvolvido no relatório está baseado em pesquisas realizadas, patologias e soluções técnicas identificadas em diversos empreendimentos, Normas Técnicas e documentos técnicos referenciados na bibliografia.

Boa leitura a todos!

2. O MANUAL DE BOAS PRÁTICAS

A construção e o desenvolvimento de um Manual de Boas Práticas tem uma função muito importante para o mercado da construção civil, principalmente na área de Sistemas Prediais, pois contribui para a divulgação de informações técnicas das melhores práticas e para a capacitação de profissionais da cadeia da construção.

As informações contidas no Manual de Boas Práticas devem contribuir para o fomento de projetos e instalações mais adequadas, reduzindo assim a quantidade de Manifestações Patológicas de Sistemas Prediais, e contribuindo para um aumento da vida útil das instalações, do desempenho e da eficiência do sistema projetado.

3. BENEFÍCIOS DO COBRE NAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

As instalações hidráulicas são de fundamental importância em uma obra e devem ser duráveis e funcionar com regularidade. Com esse fim, o primeiro ponto a ser observado é a qualidade do material a ser utilizado nas instalações.

Para isso elencamos abaixo algumas razões para se utilizar tubos e conexões de cobre:

- Elevada resistência à altas temperaturas (até 250 °C) em função da temperatura de fusão do estanho utilizado no processo de solda branda;
- Elevada resistência a pressões internas e a golpes de aríete;
- Elevada resistência mecânica;
- Acoplamento universal e adequado a qualquer aplicação, intercambiável com qualquer tubo e conexão;
- Sistema normatizado;
- Possui reduzida dilatação térmica;
- Possui reduzida perda de carga;
- Possui ação antimicrobiana;
- Não libera gases tóxicos, em caso de incêndio;
- Pode ser utilizado para diversas aplicações, tais como: água fria, água quente, gases combustíveis, gases medicinais e sistemas de combate a incêndio (Hidrantes e Sprinklers);
- Resistente a ação dos raios ultravioleta;
- É 100% reciclável;
- Valoriza os imóveis.

4. TUBOS E CONEXÕES DE COBRE



Tubos e Conexões de Cobre são materiais com excelentes propriedades mecânicas, utilizados em sistemas de distribuição de água e gás e em redes de combate a incêndio.

Os componentes dos sistemas de cobre, tubos e conexões, atendem a requisitos de normas técnicas nacionais e internacionais e são compatíveis com diversas regulações de produtos para a construção civil.

Existem diversos tipos de conexões aplicáveis as instalações com tubos de cobre, as quais podemos citar: conexões soldáveis, roscadas, flangeadas e por compressão.

O sistema de cobre é universal, ou seja, permite que uma construtora utilize um único tipo de material para todas as instalações prediais de uma edificação: gases combustíveis, distribuição de água fria e água quente, aquecimento central, sistemas de energia solar térmica e sistemas de proteção contra incêndio.

Os tubos e conexões de cobre são intercambiáveis, pois todos os seus componentes são fabricados em conformidade as Normas ABNT NBR:

■ TUBOS

NBR 13206 – Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos - Requisitos

NBR 14745 – Tubo de cobre sem costura flexível para condução de fluidos - Requisitos

■ CONEXÕES SOLDÁVEIS

NBR 11720 – Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar - Requisitos

■ CONEXÕES POR COMPRESSÃO

NBR 15277 – Conexões com terminais de compressão para uso com tubos de cobre - Requisitos

4.1 COMPOSIÇÃO E PROPRIEDADES DOS TUBOS DE COBRE

COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Valores em porcentagem

LIGA	COBRE + PRATA MÍNIMO	FÓSFORO	
		MÍNIMO	MÁXIMO
C12200	99,90	0,015	0,040

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	ENCRUADO DURO (H-80)	
RESISTÊNCIA À TRAÇÃO	310 MPa (mínimo)	
DUREZA SUPERFICIAL	55 R 30T (mínimo)	
CONDUTIBILIDADE TÉRMICA A 20°C:	339 W/m.K (196 Btu/ft.h.°F ; 291,66 kcal/m.h°C ; 0,810227 cal/cm.s°C)	
DENSIDADE	8,94 g/cm ³ a 20°C	
COEFICIENTE EXPANSÃO TÉRMICA M / °C	TEMPERATURA °C	
0,0000168	20 a 100	
0,0000173	20 a 200	
0,0000177	20 a 300	
CAPACIDADE DE CALOR ESPECÍFICO	TEMPERATURA °C	
J / (g.K)	cal/g.°C	
0,386	0,09219	20
0,393	0,09387	100
0,403	0,09625	200
0,415	0,09912	300

4.2 TUBOS DE COBRE RÍGIDOS

Os tubos de cobre rígido, sem costura, devem atender os requisitos da norma ABNT NBR 13206, nos quais possuem no mínimo, 99,9% de cobre. Esses tubos são fornecidos em barras de 2,5 metros ou 5 metros e não são recomendados para operações de dobramento e expansão. O produto atende aos requisitos mínimos estabelecidos em sua norma de referência através de ensaios de verificação. Os tubos de cobre são disponibilizados ao mercado em três classes: “E”, “A” e “I”.

A norma de produto - ABNT NBR 13.206 - contempla os tubos de diâmetro nominal de 10, 15, 22, 28, 35, 42, 54, 66, 79 e 104 mm. O diâmetro nominal é uma designação comercial que não possui correlação direta com o diâmetro externo ou interno do tubo.



A tabela a seguir apresenta as características dos tubos rígidos de cobre nas Classes E, A e I, conforme Norma NBR 13206:

CLASSE E			CLASSE A			CLASSE I		
Diâmetro nominal	Espessura da parede	Pressão de serviço	Diâmetro nominal	Espessura da parede	Pressão de serviço	Diâmetro nominal	Espessura da parede	Pressão de serviço
mm	mm	(MPa)	mm	mm	(MPa)	mm	mm	(MPa)
10	0,5	6,8	10	0,8	11,17	10	1	14,22
15	0,5	4,25	15	0,8	6,91	15	1	8,73
22	0,6	3,46	22	0,9	5,24	22	1,1	6,46
28	0,6	2,7	28	0,9	4,09	28	1,2	5,5
35	0,7	2,52	35	1,1	4	35	1,4	5,12
42	0,8	2,4	42	1,1	3,32	42	1,4	4,25
54	0,9	2,09	54	1,2	2,81	54	1,5	3,52
66	1	1,88	66	1,2	2,26	66	1,5	2,84
79	1,2	1,9	79	1,5	2,38	79	1,9	3,03
104	1,2	1,43	104	1,5	1,8	104	2	2,4

Obs: Para converter os valores de MPa para kgf/cm² aplica-se a seguinte fórmula: MPa x 10,19716 = kgf/cm²

Tubos Classe E – são permitidos pelas normas de instalação de água fria e água quente, gases, combustíveis e combate a incêndio por hidrante e sprinklers.

Tubos Classe A – são permitidos para as aplicações da classe E, e também pelas normas de instalação para transporte de gases medicinais e vácuo em serviços de saúde.

Tubos Classe I – são permitidos para as aplicações das classes E e A e também utilizados em instalações industriais de alta pressão do vapor.

Nota: A classe de tubo a ser utilizada deve ser especificada em projeto elaborado por projetista hidráulico em conformidade aos requisitos das normas de projeto e instalação dos respectivos sistemas.

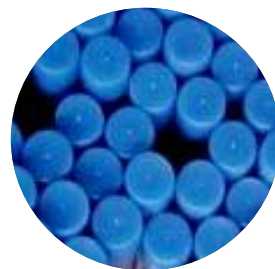
TUBO CLASSE E



TUBO CLASSE A



TUBO CLASSE I



Usualmente, os tubos de classe E são os recomendados para instalações hidráulicas prediais. Isso porque a pressão de serviço máxima na rede, admitida pela norma brasileira de instalações de água fria, é de 4,0 Kgf/cm² ou 40 m.c.a. (metros de coluna de água). Por outro lado, o menor valor de pressão de serviço encontrado para tubos de cobre nessa classe corresponde a 14 Kgf/cm² (tubo classe E – diâmetro de 104 mm), ou seja, 3,5 vezes mais que a pressão requerida pela norma técnica. Quanto à pressão de ruptura, essa corresponde a cinco vezes a pressão de serviço.

As pressões de serviço são citadas na tabela da norma considerando (i) o cálculo da resistência para cada medida dos tubos; (ii) a resistência à tração de 310 MPa e; (iii) aplicando-se um coeficiente de segurança igual a cinco.

As curvas dos tubos devem ser feitas com o uso de ferramentas apropriadas para evitar que fiquem estranguladas ou enrugadas, aumentando a perda de carga na tubulação.

Nas figuras seguintes estão dois exemplos de ferramentas:

CURVADOR



MOLA INTERNA E EXTERNA



4.4 CONEXÕES DE COBRE

As conexões utilizadas nos sistemas de água têm, entre outras finalidades, a união entre diversos trechos de tubos, a interligação entre materiais distintos e a ramificação da rede para outros trechos.

As conexões devem ser compatíveis com os materiais da tubulação e demais componentes da rede de abastecimento, permitindo a junção segura entre todos os equipamentos.

Além do tipo de material, as conexões se diferenciam pelo processo de união, se soldadas por compressão ou flangeadas, por exemplo.

CONEXÕES SOLDÁVEIS

As conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar, produzidas em cobre ou bronze, de acordo com a norma ABNT NBR 11.720, devem ser utilizadas, exclusivamente, na interligação de tubos de cobre e demais equipamentos.



CONEXÕES POR COMPRESSÃO

Nesse tipo de encaixe, a união da conexão com o tubo é feita por meio de um processo que comprime a conexão ao tubo. Essas conexões possuem seus requisitos definidos pela norma ABNT NBR 15.277.



CONEXÕES FLANGEADAS

São as produzidas em bronze, de acordo com a norma técnica NBR 15277, utilizadas com tubos de cobre flexíveis, conforme NBR 14745, aplicáveis em instalações de gás combustível, em sua maioria. O acoplamento se dá pelo sistema de flangeamento do tubo, com vedação por aperto metal x metal. Não é necessária a aplicação de nenhum tipo de produto vedante ou solda.



5. MÉTODOS PARA UNIR TUBOS E CONEXÕES DE COBRE

5.1 SOLDAGEM: SOLDA BRANDA E SOLDA FORTE

INFORMAÇÕES BÁSICAS

Uma variedade de metais de preenchimento está disponível para produzir uniões satisfatórias. A escolha da solda depende do tipo de aplicação e das normas ou regulamentações específicas existentes. No caso particular de soldagem de tubos e conexões de cobre, deve-se assegurar que existe assentamento do tubo na bolsa da conexão, garantindo assim um espaço capilar uniforme em torno da união. A uniformidade do espaço capilar permitirá ao metal a boa penetração da solda nos materiais que serão unidos.

Os metais de preenchimento para realização da solda são encontrados geralmente em forma de arames e são incorporados na união quando se alcança a temperatura adequada para a solda.

A soldagem é feita por meio da aplicação de uma chama na posição perpendicular ao alinhamento do conjunto (tubo + conexão) sobre a conexão, de forma a conduzir o calor para a área que será soldada. A extensão deste pré-aquecimento depende do tamanho da junção. O tempo de aquecimento é determinado pela facilidade da aplicação do material de enchimento. A deposição do material de enchimento no espaço capilar existente entre tubo e conexão é responsável pela garantia de união entre as partes metálicas.

SOLDA BRANDA

Nesse método, os tubos de cobre são conectados pela ação de capilaridade, isto é, o metal fundido preenche o espaço que existe entre as peças que serão unidas, em uma temperatura de fusão inferior a 450 °C.

Como a solda branda requer uma temperatura menor que a do ponto de fusão das peças, é pequeno o risco de produzir danos na estrutura das peças. Quando as conexões que serão soldadas alcançam a temperatura adequada, o metal de enchimento se funde e se combina com o metal da superfície das peças, formando uma camada que servirá de união entre os componentes das peças e o material da solda.

Essa união é conhecida como “estanhado”, pois é utilizado o estanho como agente aderente para unir a solda com o metal das peças. Para uso nas instalações, é usada a solda de estanho (tabela 2). A solda fundida penetra nos espaços entre as peças por capilaridade.

TIPOS DE SOLDA BRANDA E SUAS APLICAÇÕES (CONFORME ABNT NBR 11720)				
DESIGNAÇÃO	INTERVALO DE FUSÃO SÓLIDOS LÍQUIDOS		MASSA ESPECÍFICA (g/cm ³)	APLICAÇÕES TÍPICAS
	°C	°C		
Sn/Pb 50/50	183	215	8,87	Utilizadas em instalações de gases, combustíveis e de água.
Sn/Ag 95/5	221	245	7,39	Utilizadas em instalações de água e de gases combustíveis onde necessária maior resistência mecânica.
Sn/Cu 97/3	230	250	7,32	Utilizadas em instalações de água e de gases combustíveis.
Sn/Sb 95/5	233	240	7,25	Utilizadas em instalações de água e de gases combustíveis.

SOLDA FORTE

A solda forte - também conhecida como brasagem ou solda brasagem - é definida pela norma ABNT NBR 11720 como a “operação em que partes de metal são conectadas pela ação de capilaridade de uma quantidade de metal de enchimento em estado líquido, a uma temperatura de fusão superior a 450 °C

A solda forte é apropriada para uma extensa variedade de instalações, sendo utilizada nos casos em que é necessária uma grande resistência mecânica na conexão, tais como: operação em altas pressões e/ou altas temperaturas e instalações para trabalho pesado. A tabela a seguir apresenta exemplos desse tipo de solda.

TIPOS DE SOLDA FORTE E SUAS APLICAÇÕES (CONFORME ABNT NBR 11720)				
DESIGNAÇÃO	INTERVALO DE FUSÃO SÓLIDOS LÍQUIDOS		MASSA ESPECÍFICA (g/cm ³)	APLICAÇÕES TÍPICAS
	°C	°C		
Ag/Cu/Zn/Sn 38/32/28/2	649	721	9,00	Utilizadas em instalações de água, gases combustíveis, gases medicinais e refrigerantes.
Ag/Cu/Zn/Sn 30/36/32/2	665	755	8,80	Utilizadas em instalações de água, gases combustíveis, gases medicinais e refrigerantes.
Cu/P 93/7	710	820	8,10	Utilizadas em instalações de água, gases combustíveis, gases refrigerantes.
Cu/P/Ag 92/6/2	645	825	8,10	Utilizadas em instalações de água, gases combustíveis, gases refrigerantes que necessitem melhor desempenho em componentes sujeitos à vibração.

Normalmente, as soldas que têm menor quantidade de prata possuem uma faixa de temperatura de fusão maior e são mais viscosas que aquelas que contêm maior quantidade de prata. Também são utilizadas para soldar tubos de grandes diâmetros.

Não são apropriadas, porém, para conexões que não possuem seções adequadas para o uso da capilaridade. As soldas metálicas de alta quantidade de prata, que possuem grande fluidez em estado líquido, podem penetrar por capilaridade de forma mais fácil.

FLUXOS PARA SOLDAGEM E SOLDA BRANDA

Praticamente todos os processos de solda branda e solda brasagem requerem a utilização de fluxo, com exceção dos processos de união realizados em atmosfera controlada em fornos especiais ou na união de cobs e bronzes fosforosos com foscooper ou siloscooper.

Para cada aplicação existem fluxos específicos, considerando a combinação de material base com material de adição, temperatura de trabalho, composição do metal base, tipo de aquecimento e processos de acabamento do conjunto após a união.

Os fluxos em geral são basicamente constituídos de flúor, na forma de ácido bórico, bórax, boratos e fluoretos, com exceção apenas dos fluxos para soldagem branda que têm como constituinte básico o cloreto de zinco. O principal solvente é a água.

Antes da aplicação dos fluxos, as superfícies a serem soldadas devem ser previamente limpas, a fim de facilitar a execução do trabalho e de se obter um bom resultado. O metal de adição também deve ser criteriosamente selecionado, para que o resultado final seja satisfatório.

Vale notar que, sob o efeito da temperatura, quando se atinge a faixa de atuação do fluxo, há um impedimento do contato do oxigênio com as superfícies a serem unidas, evitando também a formação de novos óxidos. As camadas de óxidos metálicos, que se formam nas superfícies a serem unidas durante o aquecimento, são dissolvidas pelo fluxo que retém esses resíduos em sua massa fundida, permitindo, por um efeito originado das diferenças de tensões superficiais, que o material de adição umedeça as superfícies onde o fluxo está atuando, protegendo o banho de solda até sua solidificação. É importante lembrar que os fluxos dissolvem somente os óxidos metálicos e não têm nenhuma ação sobre resíduos orgânicos.

Os seguintes requisitos são indispensáveis para a obtenção de um bom resultado na utilização do fluxo:

- A faixa de atuação do fluxo deve compreender o intervalo de fusão do metal de adição a ser utilizado, e iniciar pelo menos 50°C abaixo da temperatura de trabalho do metal de adição;

- Os resíduos devem ser removidos, uma vez que podem promover uma corrosão superficial quando dissolvidas pela umidade do ar. Essa remoção deve ser feita por meio da limpeza das peças com um pano seco.
- O fluxo deve ser aplicado em quantidade suficiente para proteção da peça de metal fundido, pois o excesso causa dificuldade no processo de remoção de resíduos;
- Quanto mais óxidos metálicos forem dissolvidos pelo fluxo, mais vitrificado será o resíduo, o que tornará sua remoção mais difícil;
- A chama não deve ser aplicada diretamente sobre o fluxo, sob risco de queima e perda de função;
- Os fluxos têm prazo de validade indeterminado quando mantidos sob condições adequadas de armazenamento;

PROCEDIMENTOS PARA UNIR TUBOS RÍGIDOS E CONEXÕES SOLDADAS

Observe, com atenção, o passo a passo para a soldagem do tipo branda e siga as recomendações para garantir estanqueidade e resistência iguais ou maiores que as do próprio tubo.

MEDIÇÃO E CORTE DE TUBOS

É recomendado medir exatamente o comprimento de cada segmento do tubo para assegurar uma junção com qualidade. Para tanto, o tubo deve ser cortado nos comprimentos medidos e no esquadro, utilizando as ferramentas adequadas, como cortador tipo-disco, serra de corte, serra de fita estacionária ou portátil, cortador a frio. Deve-se evitar a deformação do tubo durante o corte e, se necessário, regularizar o diâmetro original do tubo utilizando ferramenta apropriada. O corte precisa ser realizado de modo que o tubo assente corretamente na bolsa da conexão.



NOTA: Após o corte, a extremidade do tubo não deve conter deformações.

LIMPEZA

Remova todas as rebarbas da parte externa e interna, criadas pela operação do corte, para assegurar o encaixe correto do tubo na bolsa da conexão.

Limpe a oxidação (parte escurecida) das superfícies das extremidades do tubo e das bolsas das conexões.



A limpeza das superfícies é de fundamental importância para garantir a qualidade da soldagem na realização da junção. A oxidação e quaisquer outras impurezas, a exemplo de gordura, graxa, óleo, poeira e tintas, podem interferir na ação capilar, diminuindo a área soldada e, por vezes, ocasionando vazamento na instalação.

O espaço capilar entre o tubo e o encaixe é de aproximadamente 0,1 mm. O metal da solda preenche essa abertura pela ação capilar. Esse afastamento é necessário para que o metal da solda preencha adequadamente todo o espaço existente entre as paredes do tubo e a bolsa da conexão, a fim de executar uma junção perfeita. O cobre é um metal relativamente maleável, e a remoção demasiada do material da conexão ou do tubo pode interferir na ação capilar e na qualidade da junção.

APLICAÇÃO DO FLUXO

Utilizando um pincel, deve-se aplicar uma camada fina e uniforme de fluxo no tubo e na bolsa da conexão logo após a limpeza das peças. Essa aplicação é necessária para eliminar possíveis impurezas remanescentes e melhorar a aderência da solda.

Recomenda-se evitar o contato do fluxo com a pele, os olhos e feridas abertas, uma vez que os produtos químicos contidos no fluxo são potencialmente prejudiciais à saúde

Não utilize pasta de soldar em excesso; essa prática causa danos à instalação. Após a aplicação da pasta, não ultrapasse o período de 30 minutos para realizar a soldagem.



ENCAIXE DE TUBO E CONEXÃO

A junção dos tubos e conexões deve possibilitar um encaixe perfeito, de maneira que o tubo se acople em todo o comprimento da bolsa da conexão.



NOTA: Para luva passante, é necessário fazer marcação em uma das extremidades do tubo, a fim de garantir que no final do processo as partes soldadas estejam igualmente distribuídas nas extremidades dos tubos.

SOLDAGEM DAS CONEXÕES

Iniciar o processo aplicando uma chama na posição perpendicular ao alinhamento do conjunto (tubo + conexão) sobre a conexão, para que o calor seja conduzido para a área que será soldada. A extensão do pré-aquecimento depende do tamanho da junção. O tempo de aquecimento é determinado pela facilidade da aplicação do material de enchimento.

Retire a chama e alimente com solda sem chumbo (97% Sn x 3% Cu) um ou dois pontos, até que a solda tenha corrido em volta da junção. A aplicação da solda é feita somente para conexões sem anel de solda. Na conexão com anel de solda, a solda fica localizada na metade do comprimento da bolsa de conexão, tornando desnecessária a aplicação de fio de solda para complemento.



É importante verificar se houve o completo preenchimento do espaço entre o tubo e a conexão.

Há uma variedade de soldas disponível para produzir junções satisfatórias. A escolha da solda depende do tipo de aplicação e das normas ou regulamentações específicas existentes. Os tipos de solda a serem utilizados são especificados nas normas: ABNT NBR 15489 e ASTM B32.

ESFRIAMENTO E LIMPEZA

Permitir que a junção soldada esfrie naturalmente, pois em contato com a água pode ocorrer fragilização do metal da junção em função do choque térmico. Quando a junção estiver fria, utilize um pano seco e limpe a parte externa do tubo para eliminar todo o resíduo de fluxo.



As técnicas utilizadas para produzir junções soldadas entre tubos flexíveis e conexões soldadas são as mesmas aplicadas para os tubos rígidos.

RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA PARA A REALIZAÇÃO DA SOLDAGEM

Nos processos de união entre tubos e conexões de cobre são utilizadas fontes de calor que apresentam riscos de queimaduras.

Para evitar acidentes, alguns cuidados são necessários: utilizar sempre equipamentos de proteção individual como óculos, calçados, avental, luvas e roupas compridas. As peças nunca devem ser tocadas durante o aquecimento e, após a soldagem. Só depois de completamente frias podem ser tocadas com as mãos.



Entre os vários tipos de equipamentos que são fontes de calor para a brasagem, destacam-se as unidades oxiacetileno, oxigás e o turbo tocha.

Os gases utilizados nessas unidades de soldas são o oxigênio, acetileno e GLP.

OXIGÁS



TURBO TOCHA



A escolha de um ou outro conjunto de solda depende da temperatura e do poder calorífico requerido para o processo de brasagem, sendo o conjunto oxiacetileno o de maior poder calorífico (até 3100°C), seguido pelo conjunto oxigás com poder calorífico que atinge temperaturas na ordem dos 2800°C e pelo turbo tocha com temperaturas mais baixas.

O transporte dos cilindros de oxigênio e acetileno deve ser realizado em carrinho específico. Os cilindros devem estar fixados no carrinho no sentido vertical, para evitar impacto. O armazenamento dos cilindros deve ser feito em local fresco e arejado, sempre longe de fontes de calor devido ao risco de explosão.

OBS.: não se deve lubrificar qualquer parte do conjunto de solda, dado o risco de explosão se o lubrificante entrar em contato com o oxigênio existente no cilindro.

5.2 FLANGEAMENTO

É o procedimento realizado para dar forma cônica à extremidade do tubo de cobre, permitindo conexão e vedação completas por porca e uniões cônicas.

TUBOS FLEXÍVEIS E CONEXÕES COM TERMINAIS DE COMPRESSÃO POR FLANGEAMENTO

Uma vez realizada a medição e o corte dos tubos e a remoção das rebarbas, etapas descritas no item “União entre Tubos Rígidos e Conexões Soldadas”, pode-se avançar com os passos seguintes:

COLOCAÇÃO DA PORCA

Coloque a porca no tubo com o lado da rosca voltado para a extremidade do tubo a ser expandida.



FLANGEAMENTO DA EXTREMIDADE DO TUBO

Execute o flangeamento da ponta do tubo, utilizando ferramenta apropriada, até que se obtenha uma expansão que propicie uma adequada interface com a conexão.



ACOPLAMENTO DO TUBO E CONEXÃO

Encaixe a extremidade flangeada na cabeça da conexão e aperte a rosca manualmente até encontrar resistência.



APERTO FINAL

Aperte a porca, com uma ferramenta apropriada, a fim de obter a vedação de metal contra metal. Atenção: evite aperto excessivo, pois isso pode provocar danos nos componentes.



6. SISTEMAS HIDRÁULICOS – ÁGUA FRIA, ÁGUA QUENTE, HIDRANTES E SPRINKLERS

Os sistemas prediais hidráulicos devem ser projetados, executados, comissionados e utilizados de forma a garantir a segurança da água, o uso racional e o conforto ao usuário, sendo fundamental a consulta e leitura integral das Normas Técnicas de referência de Instalações, entre elas:

ABNT NBR 5626 - Instalação predial de água fria;

ABNT NBR 7198 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente;

ABNT NBR 13714 - Sistemas de hidrantes e de mangotinhos para combate a incêndio;

ABNT NBR 10897 - Sistemas de proteção contra incêndio por chuveiro automático.

Neste Manual serão contemplados os seguintes Sistemas Prediais:

- Sistema Predial de Água Fria;
- Sistema Predial de Água Quente;
- Sistemas de Combate e Prevenção de Incêndio (Hidrantes e Sprinklers).

Para os sistemas hidráulicos é considerada a característica da água conforme os parâmetros de potabilidade definido em regulamentações legais aplicáveis do Ministério da Saúde, devendo assim evitar a utilização de água fora deste padrão, que podem ser agressivas ou corrosivas a todos os componentes das instalações hidráulicas.

7. ETAPAS DO PROCESSO CONSTRUTIVO

O Manual de boas Práticas foi desenvolvido com base nas etapas do processo construtivo, com elementos vinculados ao projeto, à execução das instalações, na etapa de comissionamento e durante o uso e operação do sistema.

7.1 PROJETO

Para o desenvolvimento e concepção de projetos de sistemas prediais contemplando o uso de tubulações de cobre é fundamental o conhecimento pleno do material a ser aplicado, das características das instalações a serem projetadas e das expectativas de desempenho esperado.

Para isso, diversos elementos devem ser contemplados na análise e no desenvolvimento do projeto, entre eles.

7.1.1 PRESSÃO DE USO E OPERAÇÃO

Com relação à pressão da rede, as tubulações de cobre suportam, conforme a Norma ABNT NBR 13206, as pressões máxima de serviço conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Pressões máximas de serviço dos tubos

Diâmetro externo nominal mm	Pressão de serviço (MPa)		
	CLASSE E	CLASSE A	CLASSE I
10	6,80	11,17	14,22
15	4,25	6,91	8,73
22	3,46	5,24	6,46
28	2,70	4,09	5,50
35	2,52	4,00	5,12
42	2,40	3,32	4,25
54	2,09	2,81	3,52
66	1,88	2,26	2,84
79	1,90	2,38	3,03
104	1,43	1,80	2,40

Obs: Para converter os valores de MPa para kgf/cm² aplica-se a seguinte fórmula: MPa x 10,19716 = kgf/cm²

Além das pressões máximas de operação, os tubos de cobre possuem uma pressão máxima de ruptura **5 vezes acima** das pressões máximas de operação da rede, ou seja, o coeficiente de segurança do material é de pelo menos “5”.

Com relação às conexões, conforme a norma ABNT NBR 11720, as pressões são variáveis em função do tipo de união (Branda ou Brasagem), do tipo de solda e da temperatura de operação da rede, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Pressões máximas de serviços das conexões

Uniões por	Exemplos de tipo de solda	Temperatura máxima °C	Pressão de serviço (MPa)		
			Faixa de diâmetro nominal mm		
			15 a 28	35 a 54	66 a 104
Soldagem	I - Pb/Sn 50/50 % ou 60/40 %	30	1,6	1,6	1,0
		65	1,0	1,0	0,6
		110	0,6	0,6	0,4
	II - Sn/Ag 95/5 % III - Sn Cu 3% max 0,4% min.	30	2,5	2,5	1,6
		65	2,5	1,6	1,6
		110	1,6	1,0	1,0
Brasagem	IV - Ag/Cu livre de Cd com 40% a 55% de Ag VI - Cu/P 94/6 % ou Cu/P/Ag 92/6/2 %	30	2,5	2,5	1,6
		65	2,5	1,6	1,6
		110	1,6	1,0	1,0

Obs: Para converter os valores de MPa para kgf/cm² aplica-se a seguinte fórmula: MPa x 10,19716 = kgf/cm²

Assim como os tubos de cobre, além das pressões máximas de operação, as conexões possuem uma pressão máxima de ruptura 5 vezes acima das pressões máximas de operação da rede, ou seja, o coeficiente de segurança do material é de pelo menos “5”.

7.1.2 TEMPERATURA DE OPERAÇÃO

A temperatura máxima da água em uso das tubulações de cobre está limitada ao tipo de união e a pressão máxima da rede. A união das tubulações de cobre resiste a 183°C para união do tipo soldagem (estanho) e 645°C para uniões do tipo brasagem (solda forte).

Desta forma, a temperatura máxima da água em uma rede de cobre em operação pode passar dos 100°C, ou seja, atendendo a todas as condições de operação da rede hidráulica, considerando o fluido como líquido.

Em determinadas aplicações, como por exemplo Sistema de Aquecimento Solar, onde a temperatura de estagnação das placas solares pode ultrapassar os 100°C, os tubos e conexões de cobre são fundamentais para a manutenção da integridade do sistema.

7.1.3 DILATAÇÃO TÉRMICA DA REDE

Todo material quando submetido à variações de temperatura possuem alterações nas suas dimensões, sendo essas variações vinculadas às características do material e ao valor da diferença de temperatura.

Quando há o aumento da temperatura do material ocorre naturalmente a expansão térmica deste, também denominado dilatação. Quando ocorre a diminuição da temperatura ocorre, na mesma proporção, a contração do material.

O cálculo de dilatação térmica é feito através da multiplicação do coeficiente de dilatação térmica do material, do comprimento da rede e da diferença de temperatura em que a rede pode estar submetida, conforme fórmula abaixo.

$$\Delta L = L \times K \times \Delta t$$

Onde,

ΔL - dilatação linear, em mm

L - comprimento total da rede a ser calculada, em m

K - coeficiente de dilatação térmica, em mm/m°C

Δt - diferença de temperatura, máxima e mínima, da tubulação (°C).

O coeficiente de dilatação térmica das tubulações de cobre considerado (coeficiente k) é 0,0165 mm/m°C. Com isso é possível obter uma curva de dilatação da rede, em função da variação de temperatura, conforme Gráfico 1.

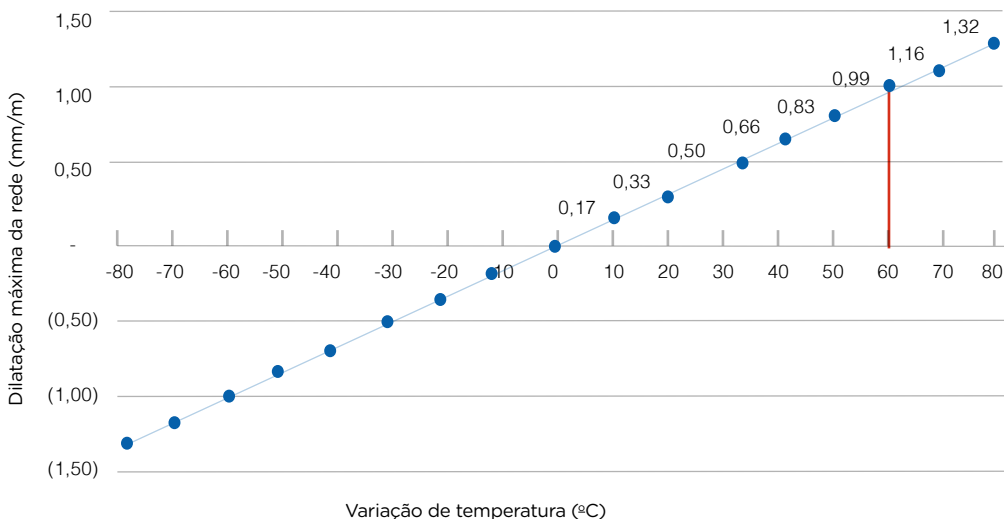


GRÁFICO 1 - VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DA REDE EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA

Desta forma, se considerarmos uma variação de temperatura de 60°C (diferença entre a máxima e a mínima temperatura da rede), as tubulações de cobre podem variar até 0,99 mm/m de rede, independente do diâmetro do material aplicado. Essa dilatação é fundamental que esteja contemplada no projeto de sistema de distribuição hidráulica, para que sejam adotadas medidas que visam a absorção destas dilatações, e meios de redução do impacto das dilatações na rede, reduzindo assim os esforços mecânicos ao material.

Para a absorção dos esforços decorrentes da dilatação térmica é possível utilizar as alternativas abaixo:

- Juntas de expansão;
- Liras de expansão;
- Mudança de direção.

7.1.4 CONCEITO DE JUNTAS DE EXPANSÃO

Um dos mecanismos de absorção das dilatações térmicas em uma rede de água quente é o uso de peças que absorvam essas alterações dimensionais. Entre elas estão as Juntas de Expansão, que tem como função a compensação dessas dilatações, reduzindo assim os esforços aplicados aos materiais.

As Juntas de Expansão devem ser projetadas e dimensionadas conforme o comprimento máximo de dilatação da rede, e o esforço necessário para a sua movimentação. Cada junta de expansão possui um comprimento máximo de expansão, conforme informação do fabricante. Exemplo de Junta de Expansão na Figura 1.



FIGURA 1 - DETALHE DE UM MODELO DE JUNTA DE EXPANSÃO

Para a especificação das juntas de expansão deverão ser considerados os seguintes elementos:

- Pressão máxima de trabalho da rede hidráulica, em mca ou kgf/cm²;
- Movimento axial máximo, em mm;
- Temperatura máxima de trabalho, em °C;
- Constante de mola axial, em kgf/mm.

A constante de mola axial é dada em função da força necessária para movimentar a junta axialmente no valor de 1 mm e é fundamental para validar se o esforço necessário para movimentar a junta é menor do que as resistências de todos os componentes envolvidos no sistema.

Exemplo de cálculo de junta de expansão:

Considerando uma rede de água quente que pode ter uma variação de temperatura de 60°C (diferença entre a água fria e a quente), em uma rede de 45 metros de comprimento, utilizando uma junta de expansão com capacidade de absorção de 25 mm, teremos:

Dilatação linear - $\Delta d = 0,0165 \text{ [mm/m}^\circ\text{C]} \times 60 \text{ [}^\circ\text{C]} = 0,99 \text{ mm/m}$

Dilatação total na rede - $\Delta L = 0,99 \text{ [mm/m]} \times 45 \text{ [m]} = 44,55 \text{ mm}$

Numero de Juntas - $\text{NumJ} = 44,55 \text{ [mm]} / 25 \text{ [mm/junta]} = 2 \text{ Juntas de Expansão}$

Desta forma é necessário, para esta rede de 45m, um mínimo de 2 juntas de expansão, divididos igualmente na rede.

Recomendações gerais:

- Cada junta deve ser projetada e instalada entre dois pontos fixos;
- Entre os pontos fixos deverão de projetados e instalados pontos deslizantes para a manutenção do alinhamento da rede, evitando a possibilidade de torção na junta;
- As juntas de expansão devem ser isoladas termicamente, tomando o cuidado para que o material utilizado não interfira no desempenho da junta;
- A conexão da junta com a rede deve ser executada de tal forma a prever a manutenção e reparos futuros;
- Para a manutenção e eventual substituição das juntas de expansão deve ser previsto um acesso com dimensões mínimas de 25 cm x 40 cm.

7.1.5 CONCEITO DE LIRAS E MUDANÇA DE DIREÇÃO

Alternativamente é possível prever meios de absorção da dilatação térmica através de Liras, ou mudança de direção, seguido o cálculo de dilatação térmica, e respeitando a posição dos suportes de fixação.

O comprimento da Lira de dilatação, denominado “R”, deve ser conforme Tabela 3, onde é obtido o comprimento total conforme a dilatação térmica calculada.

Tabela 3 - Dimensões para execução de liras (“R”), em metros

		Diâmetro externo nominal (mm)								
		15	22	28	35	42	54	66	79	104
Dilatação (m)	0,013	0,23	0,25	0,30	0,33	0,36	0,41	0,46	0,51	0,56
	0,025	0,30	0,38	0,43	0,48	0,51	0,58	0,66	0,71	0,81
	0,038	0,38	0,46	0,53	0,58	0,63	0,71	0,79	0,86	0,99
	0,051	0,46	0,53	0,61	0,66	0,71	0,81	0,91	0,99	1,14
	0,076	0,56	0,66	0,74	0,81	0,89	1,02	1,12	1,22	1,40
	0,102	0,63	0,76	0,86	0,94	1,02	1,17	1,30	1,42	1,63
	0,127	0,71	0,84	0,94	1,04	1,14	1,30	1,45	1,58	1,80
	0,152	0,76	0,91	1,04	1,14	1,24	1,42	1,68	1,73	1,98

Com base no valor de “R”, obtido na tabela 3, deve ser executada a lira, conforme figura 2 abaixo. As distâncias dos suportes devem ser conforme o diâmetro da tubulação (ver tabela 5 - pág. 40).

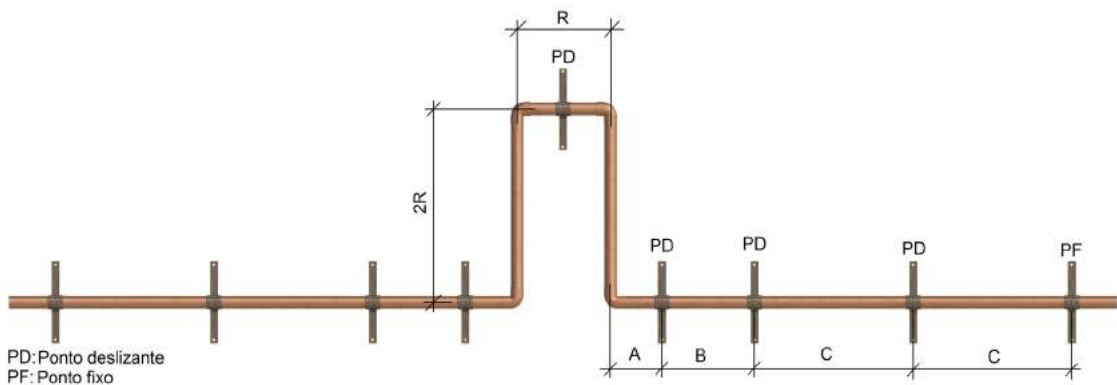


FIGURA 2 - DETALHE DA LIRA DE EXPANSÃO

Exemplo de cálculo de Lira e mudança de direção:

Considerando uma rede de água quente que pode ter uma variação de temperatura de 60°C (diferença entre a água fria e a quente), em uma rede de 45 metros de comprimento, com diâmetro nominal de 54mm, teremos:

Dilatação linear - $\Delta d = 0,0165 \text{ [mm/m}^\circ\text{C]} \times 60 \text{ [}^\circ\text{C]} = 0,99 \text{ mm/m}$

Dilatação total na rede - $\Delta L = 0,99 \text{ [mm/m]} \times 45 \text{ [m]} = 44,55 \text{ mm} = 0,0445 \text{ m}$

Comprimento da Lira - $CLira = \text{considera-se na tabela 3 a dilatação de } 0,051 \text{ m} = 0,81 \text{ m}$

Desta forma é necessário, para esta rede de 45m e diâmetro nominal de 54 mm, uma Lira com comprimento de 0,81 m.

No caso da utilização de mudança de direção, os cálculos são os mesmos utilizados para as Liras, porém com as fixações e distâncias conforme figura 3 abaixo.

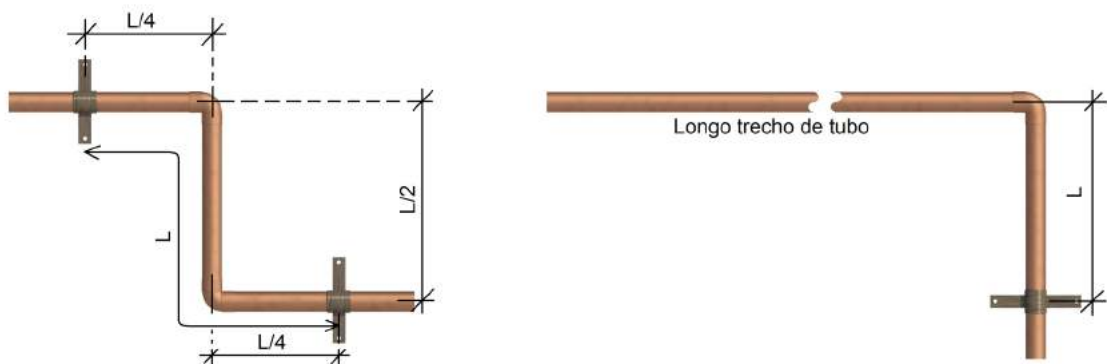


FIGURA 3 - DETALHAMENTO DE DESVIOS E MUDANÇAS DE DIREÇÃO

Recomendações gerais:

- Nas tubulações horizontais as liras devem ser instaladas no plano horizontal, paralelo ao piso;
- Nas tubulações horizontais, quando necessário a instalação das liras na posição vertical, estas devem ser feitas na posição “U”, reduzindo assim a possibilidade de acúmulo de ar na rede.

7.1.6 ISOLAMENTO TÉRMICO DA REDE DE ÁGUA QUENTE

Em rede de distribuição de água quente, em que há o consumo de energia para o aquecimento da água, torna-se indispensável o uso de isolamento térmico, afim de se manter a eficiência do sistema.

Para o isolamento térmico, há diversos materiais que podem ser aplicado, sendo que estes devem ter pelo menos as seguintes características:

- Baixa condutividade térmica;
- Espessuras de isolamento compatível com os cálculos de perdas previstas em projeto;
- Resistência à temperatura máxima de trabalho da rede.

As perdas térmicas no transporte de água quente referem-se à troca de calor entre a tubulação e o ambiente, em função da distância da fonte de calor ao ponto de consumo. Essas perdas dependem do material da tubulação, das características dos isolamentos térmicos e da diferença de temperatura entre a água e o ambiente.

Para o cálculo da perda térmica no transporte de água quente foi considerada a equação adaptada de Ilha et al (1994):

$$q_t = \frac{1,20 \times (T_1 - T_\infty)}{\frac{\ln\left(\frac{r_{ei}}{r_{ii}}\right)}{2 \pi K_i L} + \frac{1}{2 \pi r_{ei} L h_e}}$$

Onde:

T_1 - temperatura da tubulação (°C) (assumida igual à temperatura da água quente);

T_∞ - temperatura do ambiente (°C);

h_e - coeficiente de convecção externo (kcal/h.m² °C) (entre tubulação e o ambiente);

r_{ei} - raio externo do isolamento térmico (mm);

r_{ii} - raio interno do isolamento térmico - considerado igual ao raio externo da tubulação (mm);

K_i - coeficiente de condutibilidade térmica do isolante (kcal/h.m °C);

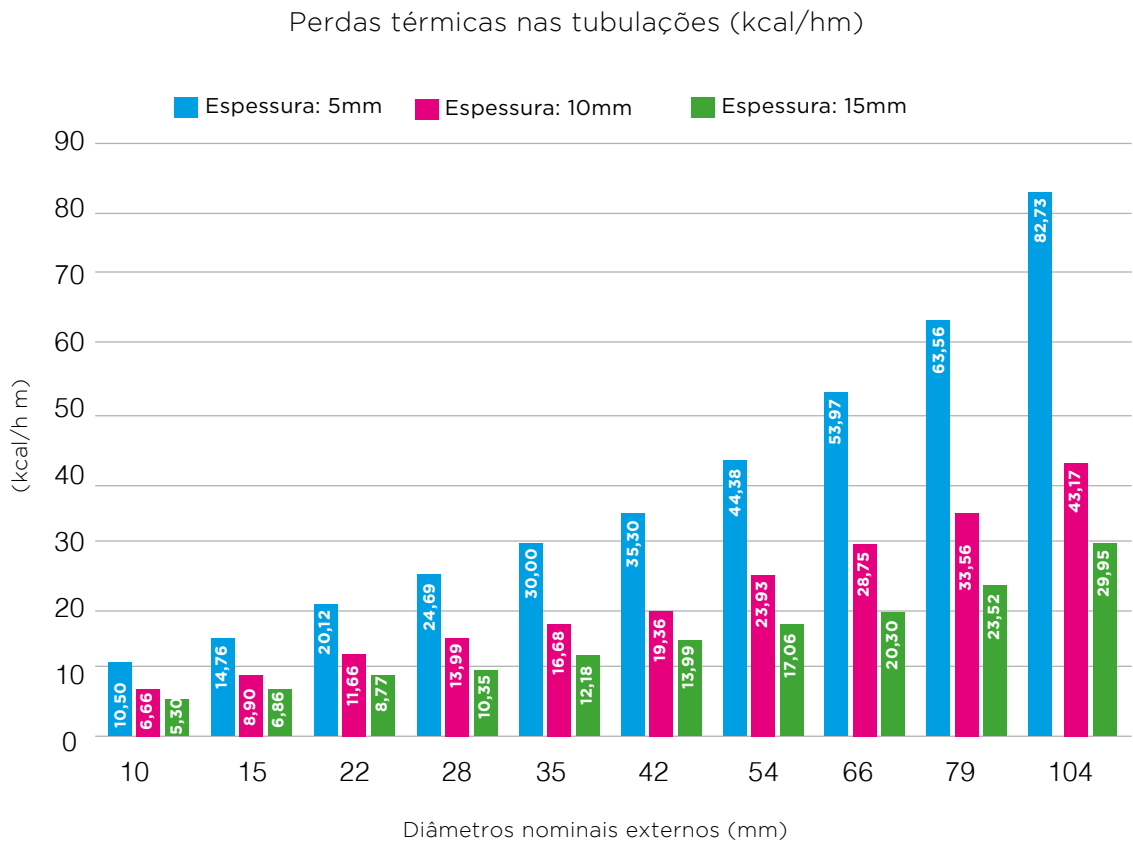
A - área da seção transversal, perpendicular ao fluxo de calor (m²);

L - comprimento (m) (distância entre o aquecedor e a ducha).

Exemplo de cálculo:

Considerando os parâmetros de cálculo previstos abaixo, há as seguintes perdas térmicas previstas utilizando isolamento térmico de diferentes espessuras:

- Dimensionais das tubulações conforme a ABNT NBR 13206 – tubos classe “E”;
- Coeficiente de transmitância térmica do isolamento: 0,035 kcal/hm°C;
- Temperatura da água fria: 20°C;
- Temperatura da água quente: 60°C.



Desta forma, quanto maior é a espessura do isolamento menor serão as perdas térmicas por metro linear.

7.2 INSTALAÇÃO

As instalações das redes de distribuição hidráulica com tubos e conexões de cobre devem ser executadas conforme a Norma ABNT NBR 15345 - Instalação Predial de tubos e conexões de cobre e ligas de cobre - Procedimento, e as especificações e recomendações do projeto.

Recomenda-se que após o término da instalação, onde as águas utilizadas sejam de origem duvidosas ou fora dos padrões de potabilidade (conforme portaria do ministério da saúde), realize-se o processo de passivação no sistema antes de colocá-lo em operação.

7.2.1 MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

A seguir, apresentamos as orientações necessárias para o adequado manuseio e armazenamento de tubos de cobre:

- Evite choques mecânicos que possam danificar os mesmos durante o transporte e armazenamento;
- Armazene os tubos e conexões em locais secos e arejados a fim de evitar o contato direto com o solo. É recomendável que seu armazenamento seja feito em prateleiras de madeira. Caso utilize prateleira metálica, é importante colocar uma proteção, evitando assim contato entre os dois metais;
- Não deixe os tubos de cobre em contato com tubos de aço, arame recozido, aço para construção ou qualquer outro metal que não seja o cobre e suas ligas;
- Não deixe que o material entre em contato com produtos químicos;
- O empilhamento máximo dos tubos não pode ultrapassar cinco vezes seu diâmetro, para evitar que o excesso de peso provoque ovalização dos mesmos;
- Remova os tampões protetores dos tubos (batoques) somente no momento da aplicação.

7.2.2 FIXAÇÃO DAS TUBULAÇÕES

Toda a fixação da rede deve ser feita utilizando suportes de fixação, que devem ser de material não agressivo ao cobre, como por exemplo o aço. A fixação dos suportes deve garantir a estabilidade da estrutura, devendo ser considerado os esforços da rede, tais como peso, volume da rede e esforços adicionais.

Os suportes das tubulações devem ter distancia máxima conforme o diâmetro da rede, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Distância máxima dos suportes de fixação

Diâmetro externo nominal mm	Suportes em instalação vertical m	Suportes em instalação horizontal m
10	1,80	1,20
15	1,80	1,20
22	2,40	1,80
28	2,40	1,80
35	3,00	2,40
42	3,00	2,40
54	3,00	2,70
66	3,60	3,00
79	3,60	3,00
104	3,60	3,00

Para as rede de água quente, em função da dilatação térmica dos materiais, os suportes deverão ser instalados respeitando as fixações de guias móveis e fixas, conforme as distâncias máximas definidas na Tabela 5.

Tabela 5 - Distâncias máximas entre suportes guias

Diâmetro externo nominal mm	Distância "a" m	Distância "b" m	Distância "c" m	Junta de Expansão "d" m
10	0,04	0,14	0,50	0,20
15	0,06	0,21	0,75	0,20
22	0,09	0,31	1,10	0,20
28	0,11	0,39	1,40	0,20
35	0,14	0,49	1,75	0,20
42	0,17	0,59	2,10	0,20
54	0,22	0,76	2,70	0,27
66	0,26	0,92	3,00	0,27
79	0,32	1,11	3,00	0,27
104	0,42	1,46	3,00	0,27

Deve-se considerar a distância “a” como o primeiro suporte após a junta de expansão, também conhecido como “suporte de alinhamento”, a distância “b” como o segundo suporte após a junta de expansão, e o suporte “c” como os demais pontos de suportação, conforme Figura 4 abaixo.

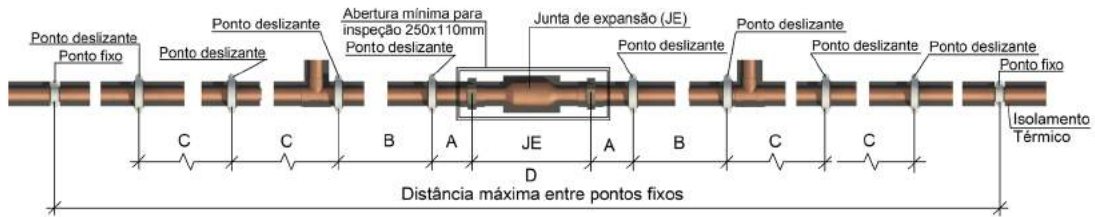


Figura 4 - Detalhamento dos pontos fixos e móveis

Dependendo do modelo de junta de expansão pode haver altera es nas distâncias dos pontos fixos e móveis, conforme recomenda o do fabricante.

Para o suporte das tubula es há diversos tipos e modelos de suportes, conforme figuras abaixo (fig 5 a fig 17), devendo ser avaliado o suporte mais adequado às condi es do ambiente,   posi o das fixa es e ao material que deve receber a carga dos suportes.

Outras configura es de suportes podem ser utilizadas, devendo ser avaliado a compatibilidade do material, resistência   carga e as características de travamento do suporte com a tubula o.

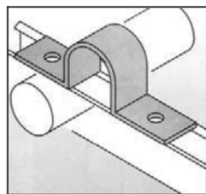


Figura 5 - Braçadeira omega

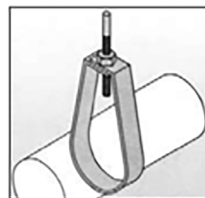


Figura 6 - Suporte de tubula o tipo econ mica

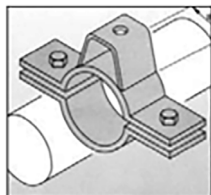


Figura 7 - Braçadeira união horizontal

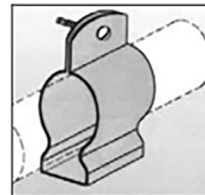


Figura 8 - Bra adeira D com parafuso

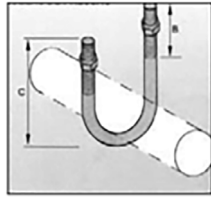


Figura 9 - Braçadeira "U" de vergalhão

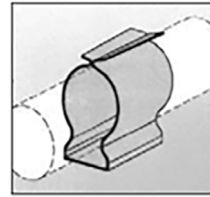


Figura 10 - Braçadeira "D" com cunha

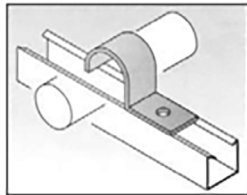


Figura 11 - Braçadeira unha

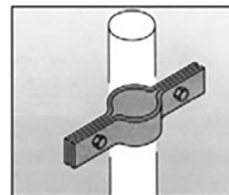


Figura 12 - Braçadeira vertical

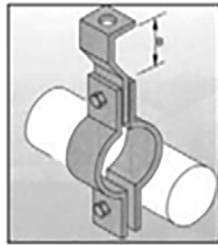


Figura 13 - Braçadeira união vertical

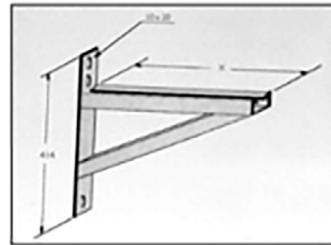


Figura 14 - Mão francesa reforçada vertical



Figura 15 - Suporte para dois tubos



Figura 16 - Suporte para três tubos



Figura 17 - Suporte para quatro tubos

Caso o material do suporte seja de aço, ou outro metal que possa comprometer a durabilidade dos tubos de cobre, deve ser utilizado material isolante entre o tubo e os suportes.

7.2.3 INSTALAÇÃO DAS JUNTAS DE EXPANSÃO

Para a instalação das juntas de expansão deverão ser tomados cuidados e preocupações de forma a manter a integridade do material, e evitar que a peça seja danificada e o desempenho esperado comprometido. Desta forma, para as juntas deverão ser observados as seguintes recomendações:

- Nunca instalar mais de uma Junta entre dois pontos fixos;
- Observar rigorosamente as pressões e temperaturas máximas admissíveis;
- Não utilizar as Juntas para absorver movimentos maiores que os recomendados/projetados;
- Obedecer rigorosamente às recomendações do fabricante quanto aos pontos fixos e espaçamento entre guias;
- Não remover tintas ou revestimentos de proteção (se houver), até que o sistema esteja totalmente pronto para operar;
- Não usar suportes, tensores, dobradiças, pinos, luvas externas, etc., como alças de levantamento. Caso seja necessário consultar previamente o fabricante;
- Não limpar o fole com materiais abrasivos (escovas de arame, lâ de aço, etc.);
- Não torcer os extremos das Juntas para alinhar os furos do flange com os do contra-flange da tubulação;
- Não testar hidrosticamente a linha sem antes verificar a correta instalação dos pontos fixos e guias. Os apoios simples e suportes de mola não são guias adequados;
- Não exceder a pressão de teste hidrostático de 1,5 vezes a pressão de projeto especificada;
- Deverão ser obedecidas todas as instruções contidas nos desenhos e especificações correspondentes;
- Para a soldagem da Junta de Expansão deve-se envolver a Junta de Expansão com um pano úmido (exceto no local de aquecimento) para evitar que a temperatura resultante da solda atinja a união fole-tubo, impedindo ao mesmo tempo que a pasta de solda decapante escorra introduzindo-se no fole;
- Soldar uniões, luvas e tubulações aos terminais da Junta de Expansão, na posição vertical.

7.2.4 INSTALAÇÕES ENTERRADAS

Para as tubulações enterradas, devem ser previstos meios de proteção que garantam a integridade dos tubos (por exemplo: laje, canaletas ou envelopamento de concreto), sempre que identificado algum tipo de agressão potencial.

As tubulações devem receber proteção anticorrosiva, seja pela de aplicação de fitas adesivas específicas para tal finalidade, ou outros meios adequados, levando-se em conta o meio onde serão instaladas e o material da própria tubulação. Essa proteção ajudará a evitar o contato com possíveis produtos químicos presentes no solo.

7.2.5 INSTALAÇÕES EMBUTIDAS

Em paredes construídas em alvenaria, a fixação da tubulação deve ser feita com argamassa de cimento e areia, evitando assim, o contato com materiais heterogêneos ou potencialmente corrosivos.

No caso de paredes pré-moldadas, ou seja, sistemas “dry wall”, pisos elevados e tetos rebaixados, a fixação da tubulação deve ser feita por intermédio de suportes de fixação adequados de tal forma a manter a tubulação permanentemente posicionada.

No caso das tubulações embutidas em pisos, deve ser feita a proteção adequada para evitar que infiltrações de detergentes ou outros materiais de limpeza provoquem danos à tubulação.

Em tubulações de água quente a utilização de isolamentos térmicos contribui para absorver a expansão e dilatação da rede, devendo ser considerado a espessura do isolamento para absorver essa expansão.

7.2.6. INSTALAÇÕES APARENTES

As tubulações aparentes devem ser fixadas por meio de suportes de fixação adequados.

Os suportes podem ser fixados nas alvenarias de elevação/fechamento, em lajes, em outros elementos estruturais ou ainda apoiados na superfície. As superfícies utilizadas para a fixação dos suportes devem resistir às cargas previstas na rede.

Em áreas de alto tráfego, ou onde houver a possibilidade de impactos às instalações, como exemplo garagens, deverão ser previstos meios de proteção da rede.

Para as tubulações de cobre, é recomendado manter um afastamento mínimo de 0,30m dos condutores de eletricidade que estão protegidos por eletrodutos e 0,50m para aqueles que não possuem proteção.

As tubulações de cobre não devem ser utilizadas como aterramento elétrico.

No caso de para-raios, o afastamento mínimo deve ser de 2m, bem como considerar seus respectivos pontos de aterramento ou ainda, seguir instruções da norma ABNT NBR 5419.

7.2.7 TUBULAÇÕES MISTAS DE AÇO E COBRE

Deve-se evitar o contato de materiais metálicos distintos nas tubulações (com diferença de potenciais iônicos). Pode-se utilizar elementos não metálicos para a união entre sistemas de metais distintos. Nas fixações com abraçadeiras de metais diferentes da tubulação devem ser previstos materiais isolantes entre si.

No caso de reforma, caso a instalação antiga seja de ferro, é recomendado que a nova tubulação de cobre substitua completamente a tubulação antiga.

7.2.8 LIMPEZA DA REDE

Nas instalações prediais de água e proteção contra incêndio, é obrigatório a lavagem da tubulação para retirar impurezas e excessos de materiais procedentes da soldagem (fluxo e solda) e da montagem de conexões (elementos de vedação) que possam ter permanecido em seu interior.

A lavagem da tubulação é realizada através de circulação de água limpa por toda a tubulação, com pressão mínima de 9 m de coluna d'água, deixando circular a água até que a mesma apresente aparência livre de sujeira e materiais impróprios.

Caso o sistema não entre em operação após a lavagem, recomenda-se o esgotamento da rede até o instante de início de operação.

Vale destacar que as tubulações de água quente e gases medicinais em ambientes hospitalares e de saúde devem ser higienizadas com água quente, conforme Normas Técnicas.

As informações tais quais, dados do empreendimento, data, hora, duração da lavagem e nome do responsável devem ser registrados e arquivados juntos às documentações do empreendimento contendo a assinatura do engenheiro responsável.

7.2.9 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE

A instalação de tubos e conexões de cobre e suas ligas deve ser ensaiada quanto a sua estanqueidade. Os procedimentos para verificação da estanqueidade da rede deve ser conforme as características da rede, com relação a pressão e temperatura de operação, incluindo requisitos específicos das Normas aplicáveis ao sistema.

A realização de ensaios de estanqueidade deve ser realizada por pessoal devidamente habilitado.

A verificação da estanqueidade deve ser feita em dois momentos: após a construção da rede, antes dos fechamentos no caso de rede embutida ou enterrada, quando as tubulações ainda estão totalmente expostas e, portanto, sujeitas a inspeção visual e a eventuais reparos, e antes do início de operação do sistema, validando a permanência da estanqueidade do sistema.

As tubulações devem ser submetidas a ensaio para verificação da estanqueidade durante o processo de sua montagem, quando elas ainda estão totalmente expostas e, portanto, sujeitas a inspeção visual e a eventuais reparos.

A verificação da estanqueidade da instalação pode ser feita por partes ou total. No caso de ensaio ser feito por partes, após a conclusão da instalação, é necessário que se faça uma verificação da estanqueidade de toda a tubulação.

As partes da instalação que apresentarem vazamento devem ser substituídas ou reparadas, e a instalação novamente ensaiada até a sua completa estanqueidade. As tubulações a serem ensaiadas devem ser preenchidas com água, cuidando-se para que o ar seja expelido completamente do seu interior.

Um equipamento que permita elevar gradativamente a pressão da água deve ser conectado às tubulações. Este equipamento deve possuir manômetro, adequado e aferido, para leitura das pressões nas tubulações.

Alcançado o valor da pressão de ensaio, as tubulações devem ser inspecionadas visualmente, bem como deve ser observada eventual queda de pressão no manômetro.

Para as redes de água fria, seguindo a Norma ABNT NBR 5626:

- O ensaio de estanqueidade deve ser realizado de modo a submeter cada seção da tubulação a uma pressão mínima de 600 kPa ou 1,5 vez a máxima pressão de trabalho, o que for maior;
- O sistema é considerado estanque caso não sejam detectados vazamentos ou queda de pressão manométrica por um período mínimo de 1 h após a estabilização da pressão.

Para as redes de água quente, seguindo a Norma ABNT NBR 7198:

- O ensaio de estanqueidade deve ser realizado de modo a submeter cada seção da tubulação a uma pressão mínima de 600 kPa ou 1,5 vez a máxima pressão de trabalho, o que for maior;
- A água para o ensaio deve ser de pelo menos 80°C;
- O sistema é considerado estanque caso não sejam detectados vazamentos ou queda de pressão manométrica por um período mínimo de 1 h após a estabilização da pressão;
- As informações tais quais, dados do empreendimento, data, hora, duração do teste, pressão utilizada e nome do responsável devem ser registrados e arquivados juntos às documentações do empreendimento contendo a assinatura do engenheiro responsável.

7.2.10 ISOLAMENTO TÉRMICO

Após os ensaios de estanqueidade deverão ser instalados, nas redes de água quente, os isolamentos térmicos conforme especificação de projeto.

O isolamento térmico deve ter as suas dimensões condizentes com os diâmetros das tubulações, evitando que haja sobras, ou falta, de isolamento na tubulação.

Todas as tubulações, conexões, peças e acessórios devem ser isolados, reduzindo assim as perdas térmicas no sistema, favorecendo o desempenho térmico esperado pelo projeto.

A instalação do isolamento deve ser feita utilizando procedimentos específicos dos fabricantes, evitando o uso de técnicas que não garantam o isolamento pleno do sistema, ou a redução da espessura do material, reduzindo assim a eficiência do sistema.

Para ambientes externos devem ser tomadas preocupações adicionais para garantir a integridade do isolamento térmico, evitando que as intempéries danifiquem, ou reduzam, a vida útil do material.

7.3 COMISSIONAMENTO

Para o comissionamento da rede de distribuição hidráulica com tubos e conexões de cobre deverão ser verificadas as condições de projeto e instalação, sendo que todos os elementos divergentes devem ser atualizadas pelos projetistas e instaladores, validando toda a instalação com o projeto de “As Built”.

8. O COBRE E A ÁGUA

- Princípio de corrosão
- Formação de camada protetora
- Cuidados e recomendações

8.1 PRINCÍPIO DE CORROSÃO

O tubo de cobre é resistente à corrosão. Determinadas águas e condições de instalação podem, no entanto, criar um meio favorável à corrosão da tubulação. Uma vez identificado tal risco, é necessário tratá-lo.

As causas mais frequentes de corrosão estão relacionadas à/ao:

- Qualidade da água na tubulação;
 - pH fora dos padrões recomendados;
 - Resíduo de fluxo de solda;
 - Erosão;
 - Ataque químico.
-
- **Qualidade da água na tubulação** – O ideal é que a água utilizada nas tubulações de cobre atenda aos padrões de potabilidade atendendo as exigências do capítulo V da portaria de consolidação 5/2017 do Ministério da Saúde (<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>) ou as condições mínimas descritas a seguir:

pH: Entre 6,5 e 9,0

Condutividade: Menor que 2.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Cloretos: Menor que 250 ppm

Ferro: Menor que 3 ppm

Manganês: Menor que 3 ppm

CRL (Cloro Residual Livre): Menor que 10 ppm

Dureza (CaCO₃): Menor que 500 ppm

Observação: A utilização de água fora dos padrões de potabilidade é a causa mais comum de corrosão em redes de sprinklers e de combate a incêndios, em razão dos longos períodos sem uso ou manutenção.

Devido a esse tipo de corrosão, a norma NBR 10897 cita a necessidade de fazer a lavagem na rede a cada 5 anos. Esse prazo, porém, é demasiadamente longo e torna possível a MIC (corrosão influenciada por microrganismo) se instalar no sistema. Por isso, recomenda-se a verificação anual da rede com coleta de água em alguns pontos críticos da instalação e retirada da água para análise quanto à presença de resíduos, coloração, ao teor de cobre solúvel que possa indicar algum processo corrosivo na rede.

De forma preventiva é recomendável a lavagem da rede à cada 3 anos.

- **pH fora dos padrões recomendados** – O pH (Potencial Hidrogeniônico) da água é de fundamental importância, pois em valores menores do que 6,5 ou maiores que 9,0 haverá reação com a camada protetora de Cu_2O , solubilizando-a e fazendo-a reagir com o oxigênio para formação do óxido de cobre, novamente dissolvido. Isso formará um ciclo de oxidação-corrosão que se repetirá até que não haja mais material para reagir.
- **Resíduo de fluxo de solda** – A utilização em excesso de fluxo de solda gera a presença de resíduo no interior da tubulação, a causa mais comum de ocorrência de corrosão em tubulações de cobre.

Observação: É obrigatório o uso de fluxo de solda removível em água.

- **Corrosão por erosão** – A velocidade excessiva em conjunto com a presença de índices de corrosividade e particulados sólidos na água pode causar corrosão por erosão.

A corrosão por erosão também pode ser intensificada pelo acabamento defeituoso. Nesse sentido, a título de exemplo, rebarbas deixadas nas extremidades dos tubos cortados podem perturbar o fluxo de água suave, causar turbulência localizada e alta velocidade de fluxo, resultando em corrosão por erosão.

- **Corrosão por ataque químico** – A presença de gás carbônico, amônia, sais, sulfetos e/ou cloretos dissolvidos na água pode ser um causador potencial do processo corrosivo.

- Cloro, Cl_2 . O cloro solubilizado na água diminui o valor de pH, pois o meio torna-se ácido devido à formação de ácido clorídrico, HCl, como evidenciado nas reações que ocorrem quando se faz o tratamento de água potável, para torná-la aceitável aos padrões bacteriológicos ou sanitários. A cloração da água potável é obrigatória, conforme Portaria de consolidação 5/2017.

Observação: Válvulas, registros e outros equipamentos e acessórios fabricados em cobre e/ou ligas de cobre (bronze e latão) também são susceptíveis aos processos de corrosão mencionados acima.

8.2 FORMAÇÃO DE CAMADA PROTETORA

A proteção natural do cobre contra o processo corrosivo se dá com a formação de um filme passivante decorrente da oxidação do metal. Como resultado, obtém-se Cu_2O (avermelhado) e CuO (preto).

Essa fina camada se forma naturalmente pelo contato da água com a parede da tubulação, promove a passivação do metal e cria uma proteção contra a corrosão, quando mantida uniforme desde sua formação. Essa camada inicial tende a aumentar sua espessura gradativamente até que todo o metal esteja protegido e não possua moléculas de cobre em contato com a água. Estima-se que uma camada totalmente protetora tenha 2Qm de espessura e que isso ocorre no primeiro ano de utilização do sistema.

8.3 CUIDADOS E RECOMENDAÇÕES

Para que não haja destruição da formação da camada protetora e a ocorrência de dano à tubulação, evitar:

- Rede contaminada por excesso de Fluxo de Solda não solúvel aplicado durante a montagem da instalação;
- Resíduos de outros metais ou materiais no interior da tubulação;
- Utilização de tubos sem qualidade, de origem duvidosa, não normatizada;
- Tubos previamente corroídos ou contaminados pela forma de manuseio e/ou estocagem;
- Água fora dos padrões de potabilidade;
- Evitar a união entre tubos de ferro e tubos de cobre. O cobre, por ser mais nobre que o ferro, produz uma imediata corrosão do tubo de ferro, o que produz grande quantidade de resíduos de sais de ferro no interior da tubulação de cobre. Essa prática é muito comum em instalações antigas e em reformas de imóveis onde os tubos de ferro ainda estavam em uso na rede de abastecimento. Para esse caso é indicado colocar uma pequena interligação em tubos sintéticos, visando impedir a formação de “pilha” entre os metais. No caso de a tubulação de cobre estar apoiada em suportes de aço galvanizado, recomenda-se interpor uma camada isolante de material não condutor entre os metais diferentes. O isolamento com tira de borracha impede o contato direto do tubo de cobre com o suporte de aço galvanizado.

9. TRATAMENTO DE ÁGUA

Para assegurar a preservação da potabilidade, a segurança sanitária e a regularidade dos serviços de abastecimento nas edificações, as fontes alternativas de água potável (poços artesianos e caminhão-pipa) devem seguir os procedimentos de controle preconizados pela Legislação da Saúde que “Dispõe sobre os procedimentos de controle de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade”.

9.1 POÇOS ARTESIANOS / CARROS PIPA

O uso de fontes alternativas de abastecimento, como a captação de água em poços artesianos, tem apresentado um crescimento significativo nos últimos anos, principalmente em regiões metropolitanas. Isso se dá tanto pela condição econômica (água mais barata que a fornecida pela concessionária pública ou privada) quanto pela forma de inibir riscos de desabastecimento em períodos de crise hídrica.

Algumas características físico-químicas dessas águas, quando não tratadas, implicam em aceleração da corrosão metálica, principalmente do cobre.

Uma das características indesejáveis e que aceleram a condição corrosiva dessas captações (água in natura de poços artesianos) é o pH, que se apresenta na faixa ácida.

Dentre as soluções propostas para inibir os processos corrosivos, listamos:

- Adição de hidróxido de sódio, carbonato de sódio ou hidróxido de cálcio para ajustar o valor do PH conforme portaria do ministério da saúde;
- Adição de inibidores de corrosão que não apresentam caráter tóxico, a exemplo, do ortopolifosfato de sódio;
- Manter cloro residual final nos pontos de consumo, atendendo as exigências do capítulo V da portaria de consolidação 5/2017 do Ministério da Saúde (<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/marco/29/PRC-5-Portaria-de-Consolida----o-n---5--de-28-de-setembro-de-2017.pdf>) para padrão potável e controle bacteriológico e ainda mantendo residual controlado para inibir ações corrosivas pelo uso excessivo de cloro.

9.2 PRECAUÇÕES

- Recomenda-se realizar semestralmente o monitoramento da qualidade da água suprida à edificação;
- Quando for prevista a utilização de água proveniente de poços, deve ser realizada consulta prévia ao órgão responsável pela gestão local dos recursos hídricos. Nesse caso, deve ser realizada a verificação do atendimento ao padrão de potabilidade;
- Observar se a água do imóvel é abastecida pela rede pública, onde recebe tratamento adequado e atende as recomendações de pH e cloro mencionadas anteriormente.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 15575-1:** Edificações habitacionais - Desempenho - Parte1 : Requisitos Gerais
- ABNT NBR 15575-6:** Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 6 : Requisitos para os sistemas hidrossanitários
- ABNT NBR 15345:** Instalação predial de tubos e conexões de cobre e ligas de cobre — Procedimento.
- ABNT NBR 15277:** Conexões com terminais de compressão para uso com tubos de cobre — Requisitos.
- ABNT NBR 5674:** Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.
- ABNT NBR 11720:** Conexões para união de tubos de cobre por soldagem ou brasagem capilar — Requisitos.
- ABNT NBR 14745:** Tubo de cobre sem costura flexível, para condução de fluidos - Requisitos.
- ABNT NBR 13206:** Tubo de cobre leve, médio e pesado, sem costura, para condução de fluidos - Requisitos.
- ABNT NBR 15489:** Soldas e fluxos para união de tubos e conexões de cobre e ligas de cobre -Especificação.
- ABNT NBR 5626:** Sistemas prediais de água fria e água quente — Procedimento
- ABNT NBR 7198:** Projeto e execução de instalações prediais de água quente
- ABNT NBR 10897:** Sistema de proteção contra incêndio por chuveiros automáticos - requisitos
- ABNT NBR 13714:** Sistemas de hidrantes e mangotinhos para combate a incêndio
- ASTM B813:** Standard specification for liquid and paste fluxes
- ASTM B32:** Standard specification for solder metal
- Deutsches Kupfer-Institut – The use of copper as a plumbing material -Copper Development Association
- Catálogo dos fabricantes Eluma, Termomecanica e Cobresul
- Portaria de consolidação n. 5 / 2017 do Ministério da Saúde

AGRADECIMENTOS

O Procobre, membro da International Copper Association - ICA agradece as empresas Acquasalles, Chaguri Consultoria e Engenharia de Projetos, Cobresul, Paranapanema e Termomecânica pela contribuição técnica para a realização deste manual.

Setembro / 2019



REALIZAÇÃO:



**International Copper
Association Brazil**
Copper Alliance

APOIO:

