



Especificação Técnica de Projeto Nº 006

ETP006 - Tubo e conexões de aço carbono para água tratada e esgoto

ÍNDICE.

1.	Objetivo.....	01
2.	Referencias normativas.....	02
3.	Processos de fabricação.....	02
3.1.	extremidades.....	02
3.2.	tipos de costura do tubo.....	02
3.3.	tipos de solda.....	02
4.	Materiais.....	03
5.	Dimensões.....	03
6.	Revestimento.....	03
6.1.	tubos com parede biseladas para solda.....	03
6.2.	tubos ponta e bolsa (PBJE).....	03
7.	Processos de revestimento.....	04
7.1.	coal tar epóxi com poliamida.....	04
7.2.	alcatrão de hulha.....	05
7.3.	argamassa de cimento e areia.....	06
8.	Inspeção e ensaios.....	09
8.1.	ensaios não destrutivos.....	09
8.2.	ensaios destrutivos.....	10
8.3.	ensaios de revestimentos.....	10

1. Objetivo.

Trata-se do fornecimento de tubos, conexões e peças especiais de aço, soldados ou com junta elástica, enterrados ou aparentes, destinados ao abastecimento de água, adutoras, redes de esgoto e emissários de esgoto.

2. Referencias Normativas.

- NBR 9797 - Tubos de Aço Carbono Eletricamente Soldado para condução de Água Tratada – fabricação e ensaios.
- NBR 9914 - tubos de aço ponta-bolsa (PBJE), com anel de borracha para diâmetros entre 150 e 600 mm.
- NBR 13061 - tubos de aço ponta-bolsa (PBJE), com anel de borracha para diâmetros entre 700 e 1200 mm.
- NBR 9915 - anel de borracha para junta elástica
- NBR 7675 - conexões de ferro dúctil, dimensões e flanges.
- NBR 12309 - execução de revestimento com coal tar epóxi com poliamida
- NBR 1015 - revestimento de tubos de aço com argamassa de cimento e areia.
- NBR 6152 - determinação das propriedades mecânicas à tração – método de ensaio
- NBR 6153 - determinação da capacidade de dobramento – método de ensaio
- NBR 6154 – tubos de aço de seção circular – ensaio de achatamento – método de ensaio.
- AWWA C 200 - Tubos de aço carbono eletricamente soldados
- AWWA C 208 - dimensões para fabricação de conexões de aço
- AWWA C 210 - revestimento de resina epóxi, isento de alcatrão (coal tar epóxi).
- ASTM A 1011 - Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Hot-Rolled, Carbon, Structural, High-Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength.
- ASTM A 1018 - Standard Specification for Steel, Sheet and Strip, Heavy-Thickness Coils, Hot-Rolled, Carbon, Commercial, Drawing, Structural, High-Strength Low-Alloy, High-Strength Low-Alloy with Improved Formability, and Ultra-High Strength
- ASTM A 53 - Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless

3. Processos de fabricação:

3.1. Extremidades

3.1.1. pontas biseladas para solda: produzidos e inspecionados de acordo com a norma AWWA C200 (ABNT NBR 9797)

3.1.2. ponta e bolsa junta elástica (PBJE): produzidos e inspecionados de acordo com as normas NBR 9914 e NBR 13061

3.2. costura do tubo, pode ser:

- Longitudinal
- helicoidal

3.3. solda: podem ser,

- Por arco elétrico
- Por resistência
- Por indução

4. Materiais: os tubos deverão ser fabricados a partir de bobinas ou chapas de aço, de acordo com uma das seguintes normas:

- ASTM A 1011
- ASTM A 1018
- ASTM A 53

5. Dimensões:

DN (pol)	DIA EXTERNO (mm)	DIA INTERNO (mm)	ESPESSURA DA CHAPA (mm)	SCHEDULE	PRESSÃO DE TESTE (*) Kg/cm ²
4	114.3	102.26	6.02	40	155
6	168.3	155.6	6.35	-	125
8	219.1	206.4	6.35	20	85
10	273.0	260.0	6.35	20	65
12	323.8	309.52	7.14	-	57
14	355.6	342.9	6.35	10	50
16	406.4	393.7	6.35	10	45
18	457.0	444.3	6.35	10	40
20	508.0	495.3	6.35	10	35
22	559.0	546.3	6.35	10	35
24	610.0	597.3	6.35	10	30

TABELA 1

*A pressão de teste indicada na tabela 1 é uma referencia, podendo variar de acordo com o aço utilizado na fabricação do tubo.

Cálculo de pressão do tubo

$$P = 2 S T / D$$

Onde: P = pressão hidrostática mínima

S = 60% do limite de escoamento

T = espessura da parede

D = diâmetro externo do tubo

6. Revestimentos:

6.1. tubos com pontas biseladas para solda

6.1.1. para condução de água:

- Interno: coal tar epóxi com poliamida, conforme AWWA C210 e NBR 12309.
- Externo: alcatrão de hulha, conforme item 7.2

6.1.1. para condução de esgoto:

- Interno e externo: alcatrão de hulha, conforme item 7.2

6.2. tubos ponta e bola (PBJE)

6.2.1. para condução de água:

- Interno: argamassa de cimento e areia, conforme NBR 1015.
- Externo: alcatrão de hulha, conforme item 7.2

7. Processos de revestimentos:

A superfície a ser pintada deve ser preparada, e apresentar rugosidade entre 50 e 70 micrômetros.

Nos casos em que o fabricante não utilizar processos automáticos de fabricação, limpeza e pintura, todas as chapas ou bobinas, utilizadas na confecção dos tubos e conexões, antes de serem soldadas, deverão sofrer limpeza por jateamento abrasivo ao metal quase branco, conforme o padrão visual AS 2 ½ (norma sueca SIS 05 5900) e pintura de montagem com uma demão de tinta a base de epóxi poliamida, com espessura de 40 µm de película seca. Imediatamente após a soldagem, os cordões de solda deverão sofrer uma eficiente limpeza, sem comprometer a aderência da tinta e imediatamente repor a pintura com uma demão de 40 µm de película seca com epóxi poliamida.

7.1. coal tar epóxi com poliamida

7.1.1. generalidades

- a) Todos os serviços devem ser executados por elementos treinados e supervisionados por profissional experiente e especializado, e estão sujeitos à prévia aprovação do SAAE – SOROCABA.
- b) Os serviços só podem ser executados dentro das seguintes condições atmosféricas:
- Umidade relativa do ar: máxima 85%;
 - Temperatura ambiente: mínima 5°C;
 - Temperatura do substrato:
 - Mínima: 3°C acima do ponto de orvalho
 - Máxima: 60°C
- c) Todos os produtos devem possuir certificado de qualidade, fornecido pelo fabricante, discriminando produto, lote e prazo de validade.
- d) Todos os materiais de revestimentos aplicados internamente em tubos ou em peças que ficarão em contato com água, devem possuir atestado de não-toxicidade emitido por entidade reconhecida pelo SAAE DE SOROCABA.

7.1.2. APLICAÇÃO

- a) O “coal tar” epóxi deve ser aplicado por meio de “air less”, rolo ou trincha diretamente sobre a superfície preparada e limpa e pintada, conforme procedimento, item 07.
- b) A espessura final do revestimento deve ser no mínimo de 450 micrômetros, medida em película seca, obtida pelo número de demãos que forem necessárias (em geral três demãos), conforme procedimento executivo do fabricante. Admite-se um acréscimo de até 30% na espessura de cada demão.
- c) O intervalo de tempo mínimo entre demãos deve ser de 24 horas e máximo de 48 horas, exceto quando for indicado de modo diferente pelo fabricante.
- e) Se for excedido o prazo de 48 horas, a demão subsequente só pode ser aplicada após lixamento manual de toda a demão anterior.
- d) A cura total, que determina a liberação da área pintada para uso, se dá após sete dias da última demão aplicada.
- e) O prazo máximo para utilização do produto após a mistura dos componentes é de sete horas.
- f) Para o revestimento das juntas ou situações em que existam outros revestimentos adjacentes, deve-se observar a compatibilidade entre eles.
- g) Todo serviço deve ser executado de modo que as superfícies fiquem isentas de escorrimento, respingos, rugosidades, ondas ou marcas de pincel. As películas devem ser de espessura uniforme, que cubram todos os cantos e reentrâncias e apresentem-se lisas e lustrosas.
- h) A superfície que estiver com espessura abaixo do especificado deve ser completada, após preparo adequado da mesma. Caso a espessura esteja 30% superior ao especificado, deve-se rever o procedimento e a operação de mistura dos componentes, visto que a espessura excessiva propicia a retenção de solvente, formação de bolhas e aparecimento de fendas na película.
- i) No caso de mais de uma demão é aconselhável o uso de cores diferentes a cada demão.

7.2. Alcatrão de hulha.

7.2.1. condições gerais

7.2.1.1 Aparência dos componentes A e B

Os componentes **A** e **B** devem apresentar-se homogêneos, sem pele e espessamento, quando observados em lata recém-aberta. Caso apresentem alguma sedimentação, esta deve ser facilmente homogeneizável.

7.2.1.2. Aparência do produto pronto para aplicação

O produto final, que se obtém após a mistura dos dois componentes da tinta, deve apresentar consistência uniforme.

7.2.1.3. Embalagem

- a) na vedação das embalagens não deve ser utilizado material passível de causar degradação ou contaminação da tinta.
- b) as embalagens devem apresentar-se em bom estado de conservação, devidamente rotuladas ou identificadas na superfície lateral, conforme as exigências desta norma.
- c) as embalagens devem conter, no mínimo, a quantidade citada na respectiva identificação.

7.2.1.4. Estabilidade à armazenagem

Os componentes **A** e **B** devem apresentar estabilidade à armazenagem em embalagem fechada a temperatura inferior à 40 °C, que garanta sua utilização por no mínimo 12 meses após a data de fabricação. Admite-se a revalidação deste prazo de utilização por dois períodos adicionais de seis meses, mediante repetição e aprovação prévia dos ensaios, executados por ocasião do fornecimento.

7.2.1.5. Diluição

Quando necessário, para facilitar sua aplicação, esta tinta pode ser diluída conforme instruções do fabricante.

7.2.1.6 Identificação

As embalagens devem trazer, no rótulo ou em seu corpo, no mínimo, as seguintes informações:

- Tinta epóxi alcatrão de hulha curada com poliamida e de alta resistência à abrasão;
- Identificação dos componentes (**A** e **B**);
- Diluente a utilizar;
- Quantidade contida no recipiente, em litros ou quilogramas;
- Nome e endereço do fabricante;
- Número ou sinal que identifique o lote de fabricação;
- Data de fabricação e de validade do produto;
- Proporção de mistura dos componentes, em massa ou volume.

7.2.2. CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

7.2.2.1. Requisitos dos componentes A e B

A identificação da resina do componente **A** e do agente de cura do componente **B** deve ser efetuada por espectroscopia na região do infravermelho. Os espectros obtidos após a evaporação dos solventes devem apresentar as bandas características da resina epóxi (componente A) e do agente de cura e do alcatrão de hulha (componente B).

7.2.2.2. Requisitos do produto pronto para aplicação

Os requisitos do produto pronto para aplicação, após a mistura dos componentes **A** e **B**, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Requisitos do produto pronto para aplicação

Ensaio	Requisitos mínimos	Norma
Sólidos por volume, %	75	NBR 8621:1984
Consistência, (UK)	110	NBR 12105:1991
Tempo de secagem para repintura, h	Deve-se seguir o tempo recomendado pelo fabricante*	NBR 9558:1986
Tempo de vida útil da mistura (<i>pot-life</i>), h		

* Na falta deste, recomenda-se um intervalo entre demãos mínimo de 12 horas e máximo de 24 horas e uma vida útil da mistura de 2 horas a 25°C.

7.3. argamassa de cimento e areia

7.3.1. Características dos Materiais Componentes da Argamassa

Cimento: O aglomerante hidráulico deve ser um cimento Portland que atenda as especificações da NBR 5732, NBR 5735, NBR 5736 e NBR 5737. Em função das condições específicas a que a argamassa estará submetida, podem ser empregados outros tipos de cimento, desde que aprovados pelo SAAE DE SOROCABA. Essa aprovação deve estar fundamentada na comprovação de que o produto final atende às exigências desta norma, a partir da realização prévia de testes de avaliação.

Areia: A areia empregada deve ser lavada e ter características que atendam ao especificado na Norma NBR 7211. Antes de sua utilização a areia deve ser disposta para secagem natural ou artificial até que sua umidade seja a mesma considerada na elaboração da dosagem da argamassa.

Água: A água deve apresentar as características definidas pela norma NM 137.

Aditivos: Os aditivos devem atender aos seguintes características:

- serem compatíveis com o cimento empregado;
- não serem à base de cloretos;
- não comprometerem a potabilidade da água; e.
- não ser tóxico ou inflamável.

7.3.2. Preparação da Argamassa

7.3.2.1. Dosagem e Mistura

O empreiteiro deve apresentar ao SAAE DE SOROCABA, o traço que indica a proporção de todos os materiais constituintes da argamassa. Este traço deve ser comprovadamente definido, através de um estudo de dosagem realizado em laboratório pertencente a RBLE Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio, ou outra entidade indicada pelo SAAE, de maneira que garanta todas as características físicas e mecânicas da argamassa. Esse estudo deve ser realizado com os materiais que serão efetivamente utilizados no revestimento, devendo ser refeito cada vez que houver mudança nos materiais constituintes da argamassa. O traço deve ser rigorosamente atendido por ocasião da preparação da argamassa. Na mistura dos materiais constituintes da argamassa, suas porções devem ser medidas conforme segue: **Cimento:** Em massa (sacos de 50 kg) **Areia:** Em volume, através da utilização de padiolas cuja quantidade e dimensões devem ser declaradas pelo empreiteiro ao SAAE e estarem de acordo com o traço estabelecido. A areia poderá ser medida em massa. **Água:** Em volume (recipiente graduado). **Aditivos:** Em volume (recipiente graduado).

7.3.2.2. Características da Argamassa preparada

A argamassa recém aplicada deve apresentar-se densa, homogênea, coesa. Sem exsudação e com consistência igual à definida no estudo de dosagem através da metodologia da NBR 13276 e em função das características do processo de aplicação. Recomenda-se os valores de consistência conforme indicado na figura 1 da norma AWWA C 602. A fiscalização do SAAE pode requerer ensaios in situ que comprovem a

consistência da argamassa em cada amassada que apresentar aspecto diferente do padrão definido no traço.

7.3.3. Revestimento interno

O revestimento interno com argamassa de cimento e areia deve obedecer ao descrito nos seguintes itens:

7.3.3.1. Superfície a ser revestida

A superfície a ser revestida deve compreender toda a área formada pelo perímetro interno do tubo e pelo comprimento medido entre as seções inicial e final da tubulação.

O comprimento da tubulação a ser revestida não deve ultrapassar 100 m de extensão por trecho. Todos os corpos estranhos tais como incrustações, carepas, escamas, tubérculos ou quaisquer outros materiais que possam prejudicar a aderência do revestimento à parede da tubulação devem ser removidos da superfície a ser revestida. A superfície interna do tubo deve estar livre de quaisquer projeções de metais que possam provocar descontinuidade do revestimento.

7.3.3.2. Limpeza interna da tubulação

A limpeza interna da tubulação pode ser executada por processo de arraste mecânico ou turbilhonamento.

Obs. 1: A critério do SAAE, a verificação da eficiência da limpeza pode ocorrer por meio do televisionamento, de alguns trechos (amostragem) da tubulação. **Obs. 2:** Quando não for realizado o televisionamento devem-se retirar duas amostras da tubulação por trecho, em pontos indicados pelo SAAE, para verificação da eficiência da limpeza.

7.3.3.3. Aplicação da Argamassa de Cimento e areia.

Os tubos assentados revestidos no local com argamassa devem apresentar todas as características do revestimento executado por processo industrial. A homogeneização dos agregados deve ser realizada com misturadores mecânicos, de modo a proporcionar uma argamassa uniforme. Para aplicação da argamassa, devem ser tomados cuidados especiais no tocante ao peneiramento, que deve ser vibratório, evitando-se a possibilidade dos agregados não estarem homogeneizados. O revestimento interno com a argamassa de cimento e areia deve ser feito pelo processo de pulverização centrifugada. Antes do início da aplicação do revestimento a supervisão do serviço deve verificar se a consistência da argamassa confere com a declarada. Durante a aplicação do revestimento deve-se verificar se a velocidade de avanço da cabeça de projeção está adequada ao indicado pelo fabricante. Durante a aplicação da argamassa, os operadores devem proteger-se usando luvas, roupas apropriadas e óculos de segurança.

7.3.3.4. Cura da argamassa

Logo após o endurecimento da argamassa aplicada, a mesma deve ser submetida a um processo de cura através do preenchimento da tubulação com água ou aspersão contínua de água sobre sua superfície. Esse processo deve durar no mínimo 72 horas. O período de cura só pode ser reduzido com a utilização de aditivos, adições especiais na argamassa e/ou processos especiais de cura que não interfiram na qualidade do revestimento. Nesse caso o aplicador deve apresentar o período de cura indicado para essa situação. Após a cura devem ser realizados testes hidráulicos e a desinfecção da tubulação. O revestimento deve resistir às condições de exposição no processo de desinfecção da tubulação (concentração de Cloro de 200 ppm por um período de 30 min).

7.3.3.5. Espessura do Revestimento

A espessura do revestimento deve ser uniforme ao longo do comprimento e do perímetro interno do tubo, sendo obtida pela coordenação do controle de velocidade de avanço do cabeçote e da vazão que alimenta a máquina revestidora. Para melhores resultados os guinchos de arraste devem ser hidráulicos. Para a verificação da uniformidade e espessura do revestimento do trecho da tubulação, deve ser retirada uma amostra (carretel de aproximadamente 30 cm de comprimento), após a cura. A espessura deve ser medida

em no mínimo quatro pontos nas seções inicial e final de cada amostra, devendo ainda se realizar medições em cortes longitudinais e transversais da mesma. A espessura deve estar conforme a NBR 11828, em função do DN, com tolerância de mais ou menos 1 mm.

8. Inspeção e ensaios: Os ensaios devem ser realizados em laboratório do fabricante, que deve ser habilitado para tal.

8.1. Ensaios não destrutivos

8.1.1. espessura da chapa: deve atender os dados relacionados na tabela 1

8.1.2. diâmetro externo: deve ser verificada a uma distancia inferior a 100 mm da extremidade do tubo.

Este diâmetro, calculado por meio do perímetro externo, não deve variar mais do que (+ 3.0 mm), nem menos do que (- 1.5 mm) em relação ao diâmetro externo do tubo, conforme tabela 1.

8.1.3. ovalização: a ovalização do tubo deve ser verificada como a distancia entre dois diâmetros ortogonais do tubo. A ovalização não deve exceder 1% do diâmetro nominal do tubo.

8.1.4. comprimento: os tubos devem ter comprimento variando em mais ou menos 1% do comprimento especificado.

8.1.5. altura do cordão de solda

8.1.5.1. solda externa: a altura do cordão de solda externa acima da superfície da chapa não deve exceder 3.0 mm.

8.1.5.2. solda interna: a altura do cordão da solda interna da superfície da chapa não deve exceder 1.5 mm

8.1.5.3. Ensaio hidrostático: todos os tubos devem ser submetidos ao ensaio hidrostático, em equipamento apropriado por no máximo 5.0 minutos, considerando a pressão calculada, conforme item 05. Serão aceitos somente os tubos que não apresentarem vazamento de qualquer proporção, ou que não apresentem exsudação, quer na solda, quer na chapa. São admitidos reparos nas soldas desde que a proporção do n.º de vazamentos não seja superior a um para cada 1.5 m de cordão de solda e desde que a soma dos comprimentos dos vazamentos não exceda 2,5% do comprimento total das soldas. Os tubos reparados por quaisquer razões, devem ser ensaiados hidrosticamente. Se houver outro vazamento, o tubo deverá ser rejeitado.

8.2. Ensaios destrutivos: deve ser retirada uma amostra para cada 600 m de solda

8.2.1. Ensaio de tração: proceder o ensaio de acordo com a norma NBR 6152

8.2.2. Ensaio de dobramento guiado: proceder o ensaio de acordo com a NBR 6153

8.2.3. Ensaio de achatamento: proceder o ensaio de acordo com a NBR 6154

8.3. Revestimento

8.3.1. Coal tar epóxi: deverão ser realizados os seguintes ensaios:

8.3.1.1. visual

8.3.1.2. medição da espessura de película seca: conforme as normas,

- NBR 0546 – planos de amostragem
- NBR 10443 – tintas – determinação da espessura de película seca.

8.3.1.3. Aderência: conforme as normas,

- NBR 0546 – planos de amostragem
- NBR 11003 – tintas – determinação da aderência

8.3.2. Alcatrão de hulha curada com poliamida (plano de amostragem, conforme NBR 0546).

8.3.2.1. Características da película seca

Para avaliar a película seca, devem ser preparados corpos-de-prova aplicando a tinta em chapas conforme descrito no item 8.3.2.2.

As características exigidas da película seca são apresentadas na Tabela 3 e no item 8.3.2.5 - Critérios de Aceitação.

ENSAIOS	Espessura da película seca (μm)	REQUISITOS		NORMA
		Min.	Max.	
Aderencia à tração, Mpa	140 a 160	2	-	ASTM D4541/1991
Resistencia à abrasão umida, $\mu\text{m}/1000$ ciclos	100 (minimo)	-	10	NBR 12119/1991
Resistencia a 100% de umidade saturada, h	280 a 320	240	-	NBR 8095/1983
Resistencia ao SO ₂ (2 litros) ciclos	280 a 320	5	-	NBR 8096/1983
Resistencia à imersão em água destilada à 40 graus, h	280 a 320	240	-	ASTM D1308/1993
Resistencia à imersão em H ₂ SO ₄ A 30%, 25 graus, h	280 a 320	240	-	ASTM D1308/1993

Tabela 3 - Características da película seca

8.3.2.2. Confeção das chapas

- a) Para a realização dos ensaios de caracterização da película seca, a tinta a ser ensaiada será aplicada em corpos-de-prova confeccionados em chapas de aço-carbono ABNT 1010 ou ABNT 1020, com as seguintes dimensões: 200 mm x 100 mm e espessura mínima de 1,0 mm. Para manter suspensas as chapas durante a aplicação da tinta e/ou durante os ensaios de imersão, deve-se fazer um furo central, a 20 mm da borda superior, com um diâmetro médio de 3 mm (ver Figura 1). Opcionalmente, podem ser feitos dois furos nos cantos superiores, a uma distância de 20 mm de cada uma das bordas (ver Figura 2).

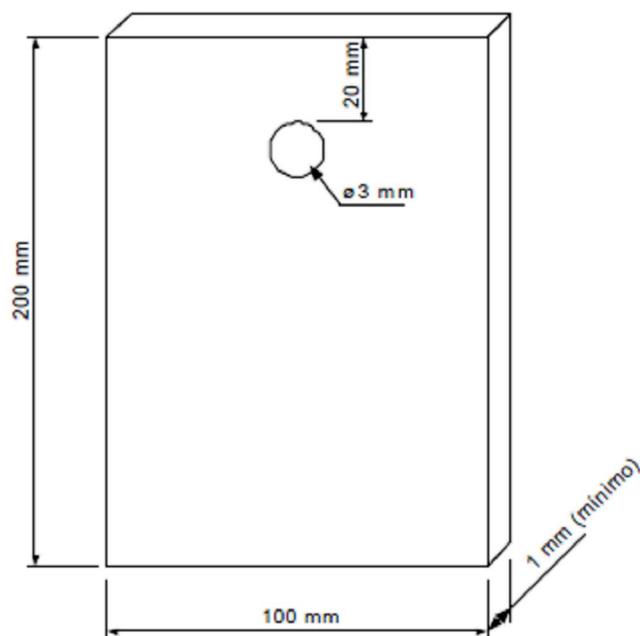


Figura 1 - ilustração esquemática do corpo-de-prova para aplicação de tinta (furo central)

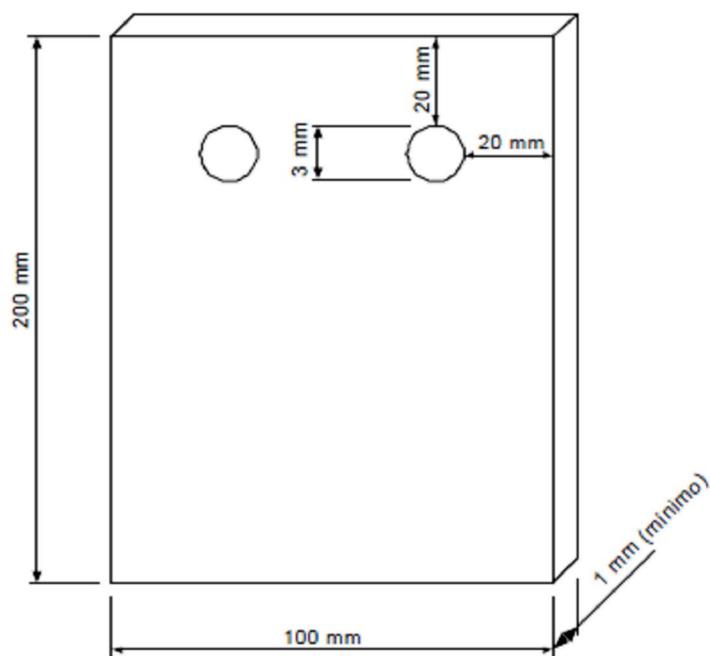


Figura 2 - ilustração esquemática do corpo-de-prova para aplicação de tinta (furos nas bordas)

b) No caso de armazenagem das chapas para posterior aplicação da tinta, é necessária a aplicação de um protetivo temporário (óleo ou graxa), para evitar a ocorrência de corrosão superficial. Este protetivo temporário deve ser quimicamente inerte, não contendo ácidos ou substâncias que, em presença de umidade ou oxidantes, possam reagir com as chapas. Além disso, este protetivo deve ser de fácil remoção.

8.3.2.3. Inspeção visual

Verificar se as condições indicadas nos itens 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.3, 7.2.1.4 e 7.2.1.6 estão atendidas e rejeitar o fornecimento do lote que não passar na inspeção.

8.3.2.4. Ensaaios

Os ensaios a serem executados constam na Tabela 3.

Para a realização dos ensaios indicados na Tabela 3, devem ser observadas as condições descritas a seguir.

- A aplicação da tinta nas chapas deve ser feita no mínimo 15 minutos após a mistura e homogeneização dos componentes.

- A preparação da superfície sobre a qual a tinta vai ser aplicada deve ser feita por meio de jateamento abrasivo ao metal quase branco, de acordo com a seguinte seqüência:

a) remover todo óleo visível ou graxa da superfície da chapa, pelo emprego de água com detergente ou solventes;

b) jatear ao metal quase branco, padrão de limpeza Sa2 ½ (norma SIS 055900:1998). O perfil de rugosidade deve ser o recomendado pelo fabricante da tinta. Na falta deste, recomenda-se adotar um perfil médio de Rugosidade de cerca de 1/4 a 1/3 da espessura total da camada de tinta prevista pelo esquema de pintura;

c) limpar a superfície jateada com jato de ar seco ou com aspirador;

d) fazer uma limpeza final com o uso de solventes, de maneira a eliminar qualquer oleosidade residual.

Os ensaios da Tabela 3 devem ser realizados após o tempo recomendado pelo fabricante para a completa cura da tinta. Durante este período, os corpos-de-prova devem ser mantidos à temperatura de (25 ± 2) °C e umidade saturada de $(60 \pm 5)\%$.

8.3.2.5. Critérios de Aceitação

a) Após 240 horas de ensaio em câmara úmida saturada, não deve ser observada a presença de pontos de corrosão ou formação de bolhas na película.

b) Após 5 ciclos de ensaio em câmara de SO₂, não deve ser observada a presença de pontos de corrosão ou formação de bolhas na película.

c) Após 240 horas de ensaio de imersão em água destilada a 40°C, não deve ser observada a presença de pontos de corrosão ou formação de bolhas na película.

d) Após 240 horas de ensaio de imersão em H₂SO₄ a 30%, não deve ser observada a presença de pontos de corrosão ou formação de bolhas na película.

8.2.3. Argamassa de cimento e areia

8.2.3.1. plano de amostragem: devem ser retiradas duas amostras a cada 300 metros de tubulação revestida. Caso alguma das amostras retiradas não atendam ao especificado, identificar o trecho revestido e rejeitá-lo, devendo ser executado a seguir um novo revestimento.

8.2.3.2. Visual

O processo de raspagem e verificação da eficiência do revestimento pode ser acompanhado de forma simultânea com televisionamento por circuito fechado, permitindo a inspeção visual.

8.3.3.3. Critérios de aceitação

- Resistência à compressão Axial de no mínimo 25,0 MPa conforme norma NBR 7215, utilizando-se corpos de prova cilíndricos de 5x10 cm.

- Permeabilidade: Confeccionar três corpos de prova com dimensões de 250x250x125 mm, utilizando concreto magro (relação água cimento de 0,90 l/kg). Revestir uma das faces com a mesma espessura e características da argamassa que será aplicada na tubulação. Após o tempo de cura da argamassa (mínimo de 24 hs*) submeter a face revestida dos corpos de prova à pressão positiva de 0,4 MPa, conforme Norma NBR 10787. Os corpos de prova não podem apresentar vazamento.
* O intervalo de tempo pode ser inferior caso seja utilizado aditivo acelerador de pega.
- Espessura: Em função do DN, conforme NBR 11828, com tolerância de mais ou menos 1 mm.
- Absorção por imersão: máximo de 6,0% conforme NBR 9778, utilizando três corpos de prova com idade igual ao tempo de cura indicado pelo fabricante.
- Potabilidade: deve atender a metodologia de ensaio da NBR 12170, o padrão de potabilidade da portaria 518, utilizando três corpos de prova com idade igual ao tempo de cura indicada pelo fabricante e deverá apresentar o competente laudo técnico da potabilidade da água após um dia, 30 dias e 60 dias da aplicação do revestimento. Consistência: deve ser verificada em três ensaios de amassamento diferentes, conforme a NBR 7682 e pode diferir de no máximo (+/-) 1 segundo em relação ao valor declarado pelo fabricante ou pelo aplicador da argamassa, em função das características do equipamento.
- Relação água/cimento: máxima de 0,50 l/kg.
- Aderência: mínima de 0,3 MPa conforme NBR 12171, utilizando três corpos de prova com idade igual ao tempo de cura indicado pelo fabricante.

Texto básico elaborado por:

Engº Gilmar Buffolo

CREA 161218/D

Departamento de Esgoto

Engº Rodrigo Lopes de Freitas Leitão

CREA 50617463/9

Departamento de Água

Data 21/02/11