

Tubos de ferro fundido centrifugado

GERALDO F. SAMPAIO

Engenheiro Civil

1. A iniciativa do estudo de Especificações para tubos de ferro fundido centrifugado, para abastecimento de água das cidades brasileiras, deve-se à Divisão do Material do D.A.S.P. e êsse estudo está sendo orientado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Na Comissão para êsse fim designada, composta de industriais e de técnicos, surgiram desde logo divergências sobre pontos de absoluta importância.

Êstes assuntos devem ser ventilados e devem ser conhecidos de todos, razão por que estamos trazendo para a *Revista do Serviço Público* os argumentos que já apresentámos à Comissão.

2. A primeira divergência está na escolha dos diâmetros adotados nas redes das cidades, que para uns deveria se iniciar com 50 mm e seguir com 75, 100, 125, 150, 175, 200, etc., e para outros deveria se iniciar mais alto, com 75 mm e passar a 100, 150, 200, etc.

O pensamento do Escritório Saturnino de Brito, que representámos na Comissão, é o de que o diâmetro mínimo das redes deve ser de 100 mm para as cidades planas e 75 mm para as cidades acidentadas.

3. O diâmetro mínimo de 75 mm foi defendido por SATURNINO DE BRITO no estabelecimento das redes de água, sendo indicado em todos os projetos de nossas cidades. Achava, porém, que, como uma concessão, em períodos de grandes dificuldades, poder-se-ia ir até 60 mm nas redes de pequenas cidades de topografia acidentada.

Assim, em "Saneamento de Santa Maria" (publicação de 1919), êle diz, a fls. 61, § 69:

"O diâmetro mínimo do conduto das malhas deve ser de 4" (100 mm) nas cidades planas e pode ser de 6" a 7" nas cidades acidentadas. As presentes condições dos altos preços obrigam a reduzir ao mínimo os diâmetros, embora mais tarde se tenha de levar a algumas das malhas um suplemento auxiliar".

Isto êle dizia em 1918, em pleno período da passada guerra européia, quando não tínhamos fá-

bricas de tubos de ferro no nosso país, e do estrangeiro quasi não se podia pensar em recebê-los.

Assim mesmo, o seu projeto para Santa Maria tinha uma rede de 52.020 metros de extensão, onde o diâmetro mínimo era 75 mm, entrando na extensão de 20.150 metros, ou 38,7 % sobre o total.

4. Em abril de 1937, examinámos, para o Departamento Nacional de Indústria e Comércio do Ministério do Trabalho, em face de um pedido de Pont-à-Mousson, as necessidades do Brasil em tubos de ferro para o abastecimento de suas cidades, e os diâmetros mais necessários a êstes serviços. Para tal, verificámos cerca de 20 projetos de redes, para cidades entre 3.000 e 20.000 habitantes, e concluímos que a porcentagem de tubos de diâmetro mínimo (75 mm), em peso, era de 30 a 35 % do total da rede. (Boletim do D.N.I.C. — Abril, 1937).

GILBERT e MONDON (fls. 847-II vol. 1928), autores franceses, também marcam 60 mm como um mínimo adotado para pequenas aglomerações.

Nos Estados Unidos, o diâmetro mínimo adotado para redes de distribuição, é de 4" (100 mm), BABBITT and DOLAND — fls. 423 — 1931). No Manual da *American Water Works Association* (fls. 317 — 1925) está dito que o uso do diâmetro mínimo de 4" é limitado às extremidades mortas e a trechos duplos na mesma rua, desde que não estejam ligados às tomadas para utilização em casos de incêndio.

5. As primeiras reações sobre a estipulação de 75 mm para o diâmetro mínimo vieram-nos ter às mãos em processos da Comissão de Estudos dos Negócios Estaduais e provenientes da Secção de Engenharia dos Departamentos de Administração Municipal de Santa Catarina e de São Paulo.

A principal razão apresentada para a aplicação do diâmetro de 50 mm é a da economia. Êste mínimo foi indicado na Caderneta n. 1 do D.M. de São Paulo, para a organização de projetos das

idades do interior. A Repartição de Águas e Esgotos da Capital de São Paulo adota, porém, o diâmetro de 75 mm como o mínimo considerado.

Verificámos pessoalmente, em Porto Alegre, que a Repartição de Saneamento do Estado, projetando serviços para as cidades do interior, adota 50 mm, enquanto a Repartição de Águas, que tem a seu cargo todo o abastecimento da Capital, mantém 75 mm como mínimo diâmetro.

Há, portanto, uma real diferença de política, quanto ao diâmetro mínimo das rêsdes, entre as Repartições que apenas projetam e as que projetam, constroem e mantem os serviços.

E' porque as últimas teem presentes as dificuldades que acarretam os pequenos diâmetros, abaixo de 75 mm, enquanto as primeiras estão com o pensamento voltado para a economia, com o intuito, aliás respeitável, de estender por maior número de casas os benefícios do saneamento. E' de notar aquí que tanto São Paulo como Porto Alegre distribuem água tratada e filtrada, com controle perfeito, sob a direção de técnicos de reconhecido valor.

São justamente êstes engenheiros, os que cuidam de serviços existentes, que devem colher os dados práticos para orientação dos que projetam.

6. O fato de se obter valores satisfatórios no cálculo de ramais com 50 mm é a reafirmação de que os limites marcados em engenharia já devem estar reforçados por um coeficiente de segurança. O cálculo da rêsde pode dar resultados aceitáveis para descargas e velocidades com tubos de 50 mm de diâmetro, mas terão êles uma tão grande facilidade de se reduzir em serviço, após alguns anos, por depósitos, incrustações e outras causas não previstas, que a engenharia os coloca abaixo do limite prático a adotar. Nos serviços do Escritório Saturnino de Brito, retirámos de várias cidades (Pelotas, Baía, Poços de Caldas) tubos de vários diâmetros reduzidos em grande parte por depósitos.

7. Outra razão apresentada era que nas pequenas cidades não se devia levar em consideração o serviço de incêndio e que se devia procurar tornar o desperdício o menor possível.

Somos de parecer que mesmo as pequenas cidades devem ter canalizações para atender aos casos de incêndio, não com os jatos ideais e calculados

para as grandes cidades, mas para que não falte água em abundância em qualquer ponto da rêsde. Isso hoje é tanto mais importante quando vemos a luta para evitar os efeitos dos bombardeios das cidades.

O desperdício tem de ser combatido pelo único meio certo e seguro, que é o hidrômetro, e que todas as cidades podem e devem possuir, pois o aluguel dêstes aparelhos representa pequena parcela.

8. Outra razão ainda foi a de que para as pequenas e médias cidades a ocorrência das incrustações tem importância secundária. Mesmo para o caso de águas tratadas e filtradas, tem se verificado a corrosão das canalizações, do que nos dá notícia em artigo no Boletim da R. A. E. de São Paulo, de outubro de 37, o químico-chefe da Repartição, o engenheiro ALVARO CUNHA, quando diz:

"Nos casos que teem sido observados, em diferentes setores da cidade, abastecidos por águas de procedências e naturezas diferentes — umas apenas cloradas e outras submetidas a clarificação com sulfato de alumínio, filtração e cloração — parece que nas primeiras, que são ricas em matérias orgânicas de origem vegetal, corpos em suspensão, etc., as canalizações estão mais abrigadas dos inconvenientes da corrosão do que nas que são submetidas ao tratamento completo para obtenção das condições de potabilidade desejadas".

Adiante o autor cita CLARK e GAGE:

"Quando águas moles (*soft waters*) são purificadas por coagulantes e filtros mecânicos, elas teem uma maior ação corrosiva sôbre o ferro que antes de tal purificação e maior que a mesma água quando filtrada através da areia".

9. As conclusões de SATURNINO DE BRITO, no parecer de ilustre engenheiro, deveriam ser revistas porque êle, tendo sido o pioneiro do saneamento no Brasil, atacou quasi sempre o problema das grandes cidades. Ora, SATURNINO DE BRITO prestou serviços a 53 cidades, mas, das 25 para as quais organizou projetos de saneamento, apenas 2 tinham população superior a 50.000 habitantes e 16 abaixo de 15.000.

Os seus cuidados projetando as pequenas cidades estavam sempre voltados para as soluções as mais econômicas e, por isso mesmo, as mais interessantes.

Em São Paulo, em Campinas e em Santos, como em Porto Alegre, Rio Grande e Pelotas, já é de uso o diâmetro mínimo de 75 mm.

10. O uso do diâmetro variando de 50 em 50 milímetros tem a sua razão na simplificação das rêdes pelo uso de um menor número de tipos de tubos e de peças, economizando-se nos estoques para conservação do serviço.

Não há necessidade de menores intervalos porque não há necessidade de aproximação tão alta numa rede de água. Seria o caso, então, de ir ao absurdo de um projetista que queria para cada trecho o valor de diâmetro que ele havia calculado!

Neste momento de guerra, chegam-nos notícias da Inglaterra mostrando os esforços para a conservação das rêdes nas cidades bombardeadas e as instruções para os serviços ainda não atingidos, marcando os estoques de tubos e peças, por onde se pode ter idéia das enormes facilidades de um menor número de tipos.

11. A indicação dos fabricantes, com o espírito de aproveitar ao máximo as coquilhas, é de se ter para cada diâmetro 3 tipos de tubos e para cada tipo duas modalidades (série menor e série maior), dando assim uma variedade de diâmetros externos, que se pode ver na indicação da "Ferro Brasileiro", para um tubo de 100 mm: 115, 118 e 123 mm. Como as bolsas também são influenciadas pelo aproveitamento das coquilhas, teremos dois diâmetros internos para tubos de 100 mm: 135 e 140 mm. Daí segue-se que o anel das juntas poderá ir desde 12 ½ mm até 6 mm, o que nas especificações americanas é 10,16 mm.

Mas, o mais grave é que de tal diversidade pode resultar, por um defeito pequeno entre os dois diâmetros internos normalmente dispostos na bolsa de um tubo, não ser possível enfiá-la na ponta de outro tubo ou numa peça do mesmo diâmetro, o que já se nos apresentou na instalação de filtros de Campos. Este defeito de conicidade não é raro encontrar nos nossos tubos, pois nos serviços de Petrópolis, em 1941, verificámos que, em 30 tubos de 350 mm, apenas 9 tinham internamente na bolsa a mesma dimensão para os diâmetros normalmente colocados, e, em 175 tubos de 200 mm, apenas 57 não apresentavam este tipo de defeito.

Que se dará se, além dos três tipos LA, A e B em duas séries (menor e maior), uma rede ainda presente a tubulação com os diâmetros em intervalos de 25 em 25 mm? E' possível calcular o grande número de peças em estoque que será ne-

cessário, mas será sem dúvida difícil prever se em caso de necessidade serão encontrados os tipos necessários para cada concôrto.

A Inglaterra, a Alemanha e os Estados Unidos, neste último decênio, fizeram enormes progressos na standardização e redução do número de peças em todos os setores industriais, o que vem provar não ser falta de bom senso também diminuir os tipos de tubos e peças nas rêdes de distribuição de água das cidades do nosso país. O mais interessante, porém, é que estamos insistindo apenas por manter-se o que praticamente já havia sido estabelecido por SATURNINO DE BRITO e aceito pela técnica brasileira.

Proceder diversamente seria o mesmo que querer, agora, exigir da indústria brasileira de manilhas, no caso das rêdes de esgotos das cidades, que voltasse a produzir outros diâmetros que não os estabelecidos, de 4, 6, 8, 10, 12 e 15 polegadas.

12. No Rio Grande do Sul, pensava-se em 1940 numa grande organização centralizada para a direção dos serviços de água das cidades do Estado, e uma das grandes vantagens focalizadas era a de permitir menor estoque de peças, podendo ficar em cada cidade apenas um pequeno número de sobressalentes.

No número de maio deste ano do "Journal of the American Water Works Association" encontram-se trabalhos estipulando as necessidades do estoque de peças para a manutenção de um bom serviço, o que mostra a importância do assunto.

13. A segunda divergência básica foi a da espessura dos tubos.

Apresentámos à Comissão da A.B.N.T. por escrito, na sua última sessão, as razões por que não podíamos concordar com o projeto que iria ser votado e onde apareciam três classes de tubos (LA, A e B), tendo, por exemplo, o tubo de 100 mm, espessuras desde 6,3 mm até 11,1 mm.

Um estudo minucioso do engenheiro OMAR DE ASSIS havia sido apresentado à Comissão e por ele se verificou que a indústria nacional ainda não fabrica tubos com as espessuras e medidas normais de cada classe, porque o afastamento no material examinado mostrou que, tendo a R.A.E. de São Paulo comprado uma determinada classe, recebeu de todas as classes e mesmo fora das classes conhecidas.

E' o que, aliás, se conclue da exposição do engenheiro LABATE, da Cia. Barbará, que se vê na

ata da primeira sessão da segunda reunião: "Explica o engenheiro Labate como são fabricados os tubos da Cia. Barbará e que, devido ao processo de fabricação, podem aparecer tubos das diversas classes, sendo que, geralmente, numa determinada série de fabricação, 10 % dos tubos são defeituosos, 20 % muito leves, 50 % classe L A, 15 % classe A e os restantes 5 % classe B".

14. Seria de perguntar: a atual técnica de centrifugação de tubos pode ou não produzir tipos de classes determinadas com as tolerâncias aceitas em outros países? Pode, é a resposta, porque temos recebido para serviços do Escritório Saturnino de Brito partidas grandes, como ainda em 1940 para Fortaleza, examinada pelo Bureau Veritas, que é uma organização especializada.

Se assim é, uma especificação que se destine a receber a aprovação do Governo Federal e servir de indicação segura para as nossas cidades não pode se basear no estado atual da indústria, mas sim em padrão mais alto, para que sirva de meta melhor para os nossos fabricantes. Tem ainda como finalidade evitar o que, já em março de 1927, na "Revista Brasileira de Engenharia", em parecer sobre "O Abastecimento de Água de Campos", Saturnino de Brito relatava sobre a "estranhável fraqueza de uma linha de tubos de 8" (de fabricação centrífuga paulista), que ligava dois reservatórios em Campos e que não suportava a pressão de duas atmosferas! Esta linha ainda lá está, prejudicando enormemente os planos anteriores estabelecidos e para os quais ela havia sido adquirida.

Ainda no mês de novembro, uma nova linha de 200 mm, colocada em Petrópolis, teve nos primeiros dias de serviço alguns rebentamentos, todos verificados em tubos cuja espessura era 8 mm, que é um valor acima do proposto para a classe LA, no projeto de Especificação da Comissão.

15. As três classes teriam sido indicadas nas Especificações citadas para facilitar a indústria por ter esta a necessidade de fazer escolha do material após a fundição, em vez de produzir diretamente os tipos desejados.

A Argentina, porém, verificando bem todos os detalhes, pelas "Obras Sanitárias de la Nacion", veio comprar tubos brasileiros, mas especificou classe B com uma tolerância de espessura para menos, de 10 %, provados os tubos a 30 atmosferas.

O quadro abaixo dá as espessuras mínimas em mm para a classe B no projeto de Especificações da Comissão, nas Especificações Argentinas e na "Federal Specification, W W — P — 421" dos Estados Unidos.

Diâmetros mm	Proj. Esp. Comis. classe B	Esp. Argentina	Federal Sp. WW — P — 421
50	6,6	7,2	Pressão 150 lbs
100	7,6	8,1	
200	9,5	9,9	
300	11,4	11,7	Pressão 100 lbs
400	12,8	13,05	
500	14,2	14,4	
600	15,6	15,75	

A Argentina, que não tem ferro, vem buscar no nosso país tubos deste material e, apesar de ter de levá-los em viagem longa, prefere os mais espessos. Dessa forma, com o projeto de Especificações da Comissão, o que iria resultar é terem os serviços nacionais que se conformar em utilizar o refugio da fabricação nacional.

16. Uma especificação, mesmo provisória, carece de partir de uma reunião coordenada dos vários fatores em jogo em cada caso: pressão de serviço, pressão nos momentos de golpes de ariete, resistência à tração, fator de segurança, resistência à corrosão e, finalmente, quota para os vários esforços de carga e descarga, choques, movimentos e pressão do terreno, etc.

A coordenação destes vários fatores realiza-se habitualmente por uma fórmula.

Os tubos fabricados por fundição em pé eram geralmente calculados, entre nós, pela fórmula

$$e = \frac{p \times D}{2 R} + K. \text{ Para os tubos cen-}$$

trifugados, I. J. Fairchild, do U. S. Bureau of Standards, propôs em 1926 uma fórmula especial.

A fórmula modificada de Fairchild ("Journal of the A.W.W.A." — Maio 1939, pag. 846) é:

$$t = \frac{fd.(p + p')}{2S} + \frac{0,28}{d0,15}, \text{ onde}$$

- t = espessura do fuste do tubo
 f = fator de segurança = 5
 d = diâmetro interno
 p = pressão interna a que o tubo deve trabalhar
 p' = pressão correspondente aos golpes de ariete da rede.
 s = resistência do material = 25.000.

Esta fórmula foi adotada, após alguns anos de estudos e experiências, pela "Federal Specification for Cast Iron, Bell and Spigot Pipe, N. WW — P — 421".

A classe de tubos em serviço de menor espessura adotada pelos americanos é a que suporta a pressão de serviço (p) de 150 lbs para tubos até 12" e 100 lbs para os de maior diâmetro.

No cálculo para os tubos nacionais adotamos a pressão p = 100 metros (142 lbs) por nos interessar sobretudo os pequenos diâmetros e pelas grandes variações observadas pelo engenheiro Omar de Assis nos tubos de fabricação nacional.

Para p' adotamos 80 metros até o diâmetro 250 mm, 73 até 450 mm, 66 para 500 mm e 63 para o de 600 mm.

Os resultados obtidos são espessuras que se aproximam das da classe A até o diâmetro 250 mm e das da classe B até o de 600 mm.

17. Apresentamos, assim, no quadro abaixo, a tabela de espessuras que o cálculo indicou, propondo que constituísse a base do "standard brasileiro".

Diam. mm	Esp. mm	Diam. mm	Esp. mm
75	8	350	13,4
100	8,3	400	14,5
150	9,3	450	15,7
200	10,3	500	16,4
250	11,5	550	17,3
300	12,3	600	18,4

A necessidade de reforçar estas espessuras para casos especiais não exigiria a organização de outras classes, porque seria pedido o material com aumento de uma porcentagem no peso ou na espessura.

A tolerância para as espessuras seria a da proposta do engenheiro Araujo Silva no "Boletim do Instituto de Engenharia", de dezembro de 1937, traduzida pela fórmula: 1 mm + 4% da espessura normal.

Com a adoção do "Standard brasileiro" nos serviços oficiais não seria prejudicada a indústria brasileira de tubos, porque ela procuraria chegar a maior aperfeiçoamento e porque os tubos refugados poderiam ser aproveitados em outros misteres.

18. O que se vem verificando a respeito dos tubos de ferro fundido já se deu em relação aos tubos de grês (manilhas) quando se fez o saneamento de Santos, onde, por exigência de Saturnino de Brito, a indústria paulista foi levada aos tipos do Standard requerido, atingindo hoje ao material conhecido por todos os engenheiros brasileiros.

19. Voltado às razões do estado atual da nossa indústria é evidente que — o Governo considerando o material nacional como inteiramente similar ao importado — a aparelhagem das nossas fábricas não deve ser inferior à das fábricas americanas e francesas, precisando, portanto, as mesmas, fornecer aos nossos técnicos material sob especificações tão satisfatórias quanto as citadas.

Não há aqui que permitir, com razões meramente comerciais, uma exploração dos moldes da fundição além do limite razoável, em detrimento dos serviços de águas das nossas cidades, vale dizer, do consumidor.

Os preços de custo de obtenção do nosso material facultam perfeitamente especificá-lo de acordo com as características que tecnicamente precisam lhe ser pertinentes.