

A Utilização de Hidrômetros de Derivação no Abastecimento de Água a Navios

DIRCEU GONÇALVES *

Sumário do tema:

Trata-se aqui de examinar os problemas do abastecimento de água a navios, especificamente considerado o caso do porto de Santos, cujas peculiaridades serão descritas; de descrever a solução adotada para tais problemas expondo as circunstâncias que levaram a ela; de expôr brevemente as características do hidrômetro de derivação apreciando as possibilidades de seu uso; de encarecer a necessidade de se normalizar oficialmente êste tipo de hidrômetro agora fabricado no Brasil e incrementar seu uso.

1. O abastecimento a navios no cais de Santos em 1967

A instalação portuária de Santos é dotada de rede distribuidora de água potável própria, suprida pelo órgão estadual que abastece a cidade (SBS) através de doze ligações cujos diâmetros variam de duas a seis polegadas, providas de hidrômetros tronco.

Além dos hidrômetros tronco referidos, que medem a totalidade da água potável fornecida à Companhia Docas de Santos, concessionária do porto, existiam em 1967 outros hidrômetros dentro da rede distribuidora do cais, destinados à medição da água fornecida a navios; tais hidrômetros estavam situados sob o piso, em caixas de alvenaria de tijolos, cobertos com tampa de ferro fundido, geralmente a uns cinquenta metros da aresta do cais, ocorrendo às vezes estar a mais de duzentos metros do navio a ser suprido.

O suprimento de água a navios se faz por meio de hidrantes especiais, com registro de cabeça triangular, situados sob o chão junto à aresta do cais, aonde se ligam mangueiras de diâmetro geralmente de duas ou duas e meia polegadas; existe uma distância de aproximadamente vinte metros entre dois hidrantes sucessivos.

Os navios que se encontram ao largo, no estuário, são supridos por barcas d'água operadas pela própria Companhia Docas a que pertencem e que retiram água de um hidrante na aresta do cais que lhes é especificamente destinado; tais barcas d'água podem ser úteis para refôrço de abastecimento de um navio atracado cuja estadia seja curta, porisso não lhe bastando o suprimento normal feito através do hidrante da aresta do cais.

É bem de vêr que a água fornecida pelas barcas (medida no ato do fornecimento por hidrômetro de bordo) é mais cara que a fornecida diretamente da aresta do cais.

O pessoal que atende aos navios para fornecer-lhes água pertence ao SBS, cujo serviço se inclui na despesa de fornecimento a ser paga bimensalmente pela Docas. Vê-se pois que a concessionária do cais paga água a três tarifas diferentes: 1.º) Tarifa normal, para água destinada ao uso no serviço do porto; 2.º) Tarifa para água a navios, aplicada ao suprimento na aresta, a navios; 3.º) Tarifa para barcas d'água, aplicada o volume suprido por barcas.

(*) Engenheiro Civil — Diretor da Divisão de Instalações Prediais. Superintendência de Saneamento da Baixada Santista. Departamento de Obras Sanitárias. Secretaria dos Serviços e Obras Públicas do Estado de São Paulo.



Hidrômetro de derivação em serviço de abastecimento de água a navio. Cais de Santos



Vista do hidrômetro de derivação usado no cais de Santos.

2. Aspectos prejudiciais ao abastecimento a navios em 1967

O abastecimento a navios no cais de Santos não era em 1967 satisfatório, pelas razões que a seguir vamos enumerar:

- 1) Vazão insuficiente do hidrante na aresta do cais era problema que em 1967 motivava reclamações dos usuários que então frequentemente se viam obrigados a recorrer ao abastecimento de barcas d'água no costado do navio, o que era mais dispendioso.

Tal insuficiência de pressão dinâmica no hidrante era motivada, conforme foi posteriormente comprovado, por obstrução frequente dos hidrômetros de água a navios situados longe da aresta e na sua maioria constituídos de hidrômetros volumétricos de pistão elítico.

- 2) Em virtude da localização dos hidrômetros, estes eram encontrados sujos, embasados ou avariados — na ocasião de ser desligada a mangueira — impedindo a medição correta por falta da leitura final; tais avarias eram facilitadas pela circunstância de ser o cais local sempre congestionado, ficando o hidrômetro praticamente escondido da fiscalização, sujeito à ação de terceiros.
- 3) A situação do hidrômetro, no fundo da caixa de alvenaria, tornava sua leitura muito difícil à noite.
- 4) A posição do hidrômetro em relação ao navio suprido do qual distava às vezes mais de cem metros, criava desconfiança da parte do oficial de bordo encarregado de visar a documentação relativa ao fornecimento, originando-se daí muitos conflitos sempre a dano do SBS.
- 5) Ocorria ainda em 1967 a impossibilidade de medir volume suprido a navios alimentados através do mesmo hidrômetro por contingência de sua localização no cais.

3. Problemas relativos à manutenção dos serviços

Relativamente à manutenção, em 1967, no serviço de abastecimento de água a navios, havia dois problemas fundamentais pendentes de solução:

- 1) Até 1967 a circunstância de serem utilizados exclusivamente hidrômetros de fabricação estrangeira, tornava extraordinariamente difícil sua manutenção em virtude de falta de peças de reposição, impossíveis

de importar, face aos óbices burocráticos que não foi possível vencer apesar de inúmeras tentativas fracassadas; igualmente era difícil o reparo dos hidrômetros porque estavam cada vez mais obsoletos e desgastados pelo uso.

- 2) O peso elevado dos medidores, superior a oitenta quilogramas, assim como sua instalação no fundo de buraco a um metro abaixo do piso geralmente dentro de pavilhão entulhado de mercadorias as mais variadas, valiosas e pesadas, tornavam difícil a retirada e reinstalação para reparo.

4. Atributos desejados para o serviço de abastecimento a navios no cais

O primeiro atributo a desejar fundamentalmente no abastecimento de água a navios será água abundante, com boa pressão dinâmica disponível, nos hidrantes da aresta do cais.

A segunda condição a atender para um bom serviço é a de medição de água fácil e confiável com regularidade.

Estas duas primeiras condições se referem à operação, e quanto à manutenção deverá ser também fácil porém barata, prevenindo-se para que uma avaria do hidrômetro não possa refletir-se na medição respectiva de forma danosa para o SBS ou o próprio usuário.

5. Solução configurada para o problema

Para obtenção de melhoria na pressão disponível nos hidrantes sem alteração das condições de entradas nos troncos da rede distribuidora do cais, seria necessário eliminar os hidrômetros chamados de água a navios (volumétricos, de pistão elítico) cuja obstrução frequente causava baixa de pressão dinâmica nos terminais da rede.

Para medição confiável seria necessário instalar hidrômetros nas mangueiras, junto aos navios, onde ficariam permanentemente à disposição da fiscalização do usuário; tais hidrômetros seriam de pequenas dimensões, mas robustos para escapar melhor ao risco de acidente fácil de ocorrer no congestionamento da faixa do cais; deveriam ter conexões fáceis para mangueiras às quais se acoplariam; deveriam ser leves para fácil transporte manual; deveriam ser baratos em custo inicial e em manutenção principalmente em vista do risco de acidente no cais; deveriam ter diâmetro nominal mínimo de duas e meia polegadas ou sessenta milímetros por ser este o diâmetro da maior mangueira utilizada no serviço; deveriam ser de fabricação nacional para permitir fácil aquisição de peças para reposição.

6. O mercado brasileiro de hidrômetros e o problema de abastecimento de água a navios

É apenas da ordem de meia dezena o número de fabricantes de hidrômetros no Brasil onde o mercado não apresenta regularidade de procura, o que impede um desenvolvimento contínuo da indústria que por vezes se defronta com o problema de falta de pedidos, enquanto em outras ocasiões tem saturada sua escala de produção.

Observa-se ainda que são muito pouco diversificadas as linhas de produção, havendo atualmente em fabricação normal no Brasil apenas hidrômetros de velocidade de aletas (jatos múltiplos ou jato único) ou de turbina (Woltman verticais) com diâmetros nominais compreendidos entre 1/2" e 6" e somente agora mais recentemente hidrômetros de derivação de 60 mm; destes tipos há variantes relativamente a aspectos construtivos do trem de engrenagens que pode ser encontrado em duas partes (relojaria úmida e seca), separadas por eixo engaxetado (prensa-estopa) ou transmissão magnética; ou trem único com transmissão magnética direta da turbina.

Observa-se que os hidrômetros de transmissão magnética que estão sendo agora fabricados pela indústria nacional apresentam um índice de qualidade elevada que faz crer no sucesso absoluto de seu advento, face às vantagens que proporcionam quanto à durabilidade e principalmente à manutenção, além de melhores características técnicas com abaixamento do valor correspondente ao de vazão de início de funcionamento e maior exatidão principalmente em pequenas vazões.

Quanto à fabricação de hidrômetros volumétricos no Brasil, é praticamente inexistente, pois a única indústria que o fabricava, atualmente não mantém regularmente sua linha de produção.

Verifica-se no Brasil esmagadora maioria da fabricação de hidrômetros de velocidade de jatos múltiplos.

Para atendimento à exigência de diâmetro nominal mínimo da ordem de 60mm seria possível em 1967 encontrar no mercado brasileiro apenas o hidrômetro Woltman vertical de 3" (ou eventualmente o de 2"); ocorre porém que o de 2" pesa 18 kg e o de 3" pesa 40 kg, valores estes que são exagerados para sua adoção como portáteis; além do peso cabe mais considerar que tais medidores têm alturas de 24 e 39 cm, relativamente exageradas, e suas extremidades flangeadas tornam complicada sua conexão com mangueiras, exigindo para isto peças cujo peso é também apreciável e tornam sua operação ainda mais inconveniente.

Do exposto concluímos que não havia em 1967 no mercado nenhum hidrômetro nacional adequado

ao serviço de água a navios, conforme seus atributos aqui relacionados; impunha-se em tais circunstâncias cuidar da fabricação de um medidor que atendesse às exigências desta finalidade e cuja confecção fôsse compatível com a realidade dos recursos e conhecimentos da indústria nacional onde, como já se disse anteriormente, o hidrômetro de velocidade de aletas e jato múltiplo constituía a esmagadora maioria da produção. Em tais condições, o hidrômetro de derivação, cuja parte mecânica é exatamente um hidrômetro de velocidade múltiplo, apresentava-se como o mais fácil de ser fabricado no Brasil agora para atender aos requisitos exigidos.

7. Atributos peculiares ao hidrômetro de derivação adotado para o cais de Santos

Para a solução dos problemas do abastecimento de água a navios no cais de Santos, adotou-se hidrômetros de derivação que, para atendimento às exigências já anteriormente enumeradas, apresentavam os seguintes atributos:

- a) Tamanho reduzido: Dimensões extremas de 25 cm × 15 cm × 20 cm.
- b) Peso: 6,150 kg.
- c) Robustês: Forma compacta, o corpo principal em ferro fundido e a forma arredondada do medidor de bronze tornam o hidrômetro de derivação excepcionalmente resistente aos impactos usuais na faixa do cais sob guindastes, onde o manuseio de cargas pesadas e movimentação de veículos é constante.
- d) Diâmetro nominal: 60 mm.
- e) Fabricação nacional: este atributo indispensável para permitir manutenção barata, fácil e garantida contra oscilações cambiais, era por tais razões fundamental na solução adotada porém seu atendimento impôs enfrentar-se um outro problema: o da inexistência, no Brasil, de fabricantes de hidrômetros de derivação em 1966; há porém, entre os fabricantes nacionais de hidrômetros uma entidade de utilidade pública, o Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo, cuja equipe técnica aceitou o desafio propondo-se a fabricar o hidrômetro de derivação com diâmetro nominal de 60 mm que era necessário. Aberta concorrência pública para fornecimento, efetivamente compareceu o Liceu como único ofertante de tal tipo de medidores, tendo procedido à sua fabricação e fornecimento.
- f) Extremidade rosqueada: Tendo o fabricante fornecido os hidrômetros de acordo com

o critério de normalização francesa, de extremidades flangeadas, procedeu-se à eliminação dos flanges por torneamento executando-se rêsca interna para a conexão; verificou-se a exatidão do medidor em reiteradas aferições realizadas.

8. Melhoria no abastecimento de água a navios em Santos

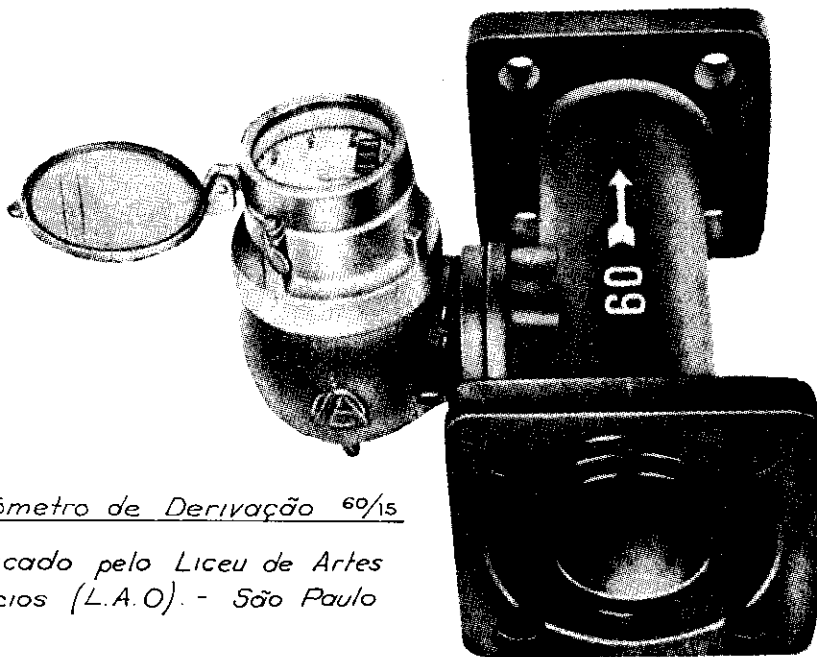
De conformidade com a programação aprovada foi adotado o hidrômetro de derivação de 60 mm de diâmetro (60/15), portátil, instalado na mangueira junto ao navio, na aresta do cais, e providenciada a retirada dos medidores instalados na rede distribuidora cuja função passou a ser realizada pelos primeiros.

Foram os seguintes os resultados comprovados:

- 1.º — Melhor pressão dinâmica nas tomadas logo após a retirada dos hidrômetros dos sub-troncos, que eram volumétricos, de 2", 3" e 4" de diâmetro nominal.
- 2.º — Medição mais correta, conforme se depreende, por exemplo, do fato constatado com determinado navio cujo consumo era habitualmente estimado em 40 m³ e já em duas estadias após o novo sistema de medição, se comprovou suprir-se de volume da ordem de 600 m³; embora tudo leve a crer, pelo exame cuidadoso feito deste caso e de outros similares, que não há possibilidade de ter havido incre-

mento desta ordem no suprimento habitual.

- 3.º — Medição mais confiável: Extraordinário reflexo se notou na conduta dos usuários pelo fato de lhe ser possível fiscalizar a leitura do hidrômetro ao início, fim e durante o abastecimento e principalmente por lhe ser possível constatar a ligação direta sem possibilidades de desvios entre o hidrômetro e o navio.
- 4.º — Facilidade de leitura: A leitura agora é fácil e visível por se situar o medidor em lugar claro durante o dia e bem iluminado à noite; há também garantia de instrumentos limpos e não embassados em consequência de serem portáteis e portanto objeto de escolha a cada instalação, mantendo-se assim sempre em bom estado.
- 5.º — Facilidade de substituição imediata quando se comprova haver parado durante o fornecimento (o que é fácil de se constatar em virtude da fiscalização fácil e praticamente automática em consequência da situação do medidor no cais onde todos o vêem a tôda hora).
- 6.º — Manutenção facilitada pelos seguintes fatores:
 - a) Remoção para o oficina dos hidrômetros a reparar sem nenhuma mão de obra de substituição e sem solução de continuidade no serviço no cais;



Hidrômetro de Derivação 60/15

Fabricado pelo Liceu de Artes e Ofícios (L.A.O). - São Paulo

- b) Peças de reposição fáceis de se obter por se tratar de hidrômetro nacional;
- c) Número satisfatório de medidores em virtude de seu processo de utilização tornar dispensável a urgência na reparação, podendo a coleta dos avariados ser feita rotineiramente, por exemplo, uma vez por semana.

9. Dados técnicos sumários sobre os hidrômetros de derivação

9.1 — Considerações gerais e definições.

9.1.0 — A medição de volumes de água escoados através de condutos de grande diâmetro poder-se-ia realizar com utilização de hidrômetros mecânicos intercalados na tubulação, de grandes capacidades e diâmetro nominal, porém à proporção que o diâmetro do conduto e o valor da vazão aumentam, o custo de tal instrumento cresce mais rapidamente; para fixar idéias pode-se citar, por exemplo, que foi da ordem de mais de 50 mil cruzeiros novos o preço cotado em 1968 para um hidrômetro tipo Woltman com 600 mm de diâmetro nominal.

A manutenção de hidrômetros mecânicos de grande porte é muito onerosa ainda mais tendo em vista que no exemplo acima, o medidor pesava 1.170 kg; peças grandes e porisso mais caras e instrumentos pesados dificultando a montagem e desmontagem assim como o transporte, tornam a manutenção de tais hidrômetros muito cara.

Do exposto, vê-se bem que preço de custo e manutenção são fatores que determinam o abandono dos hidrômetros mecânicos em favor de outros dispositivos de medição, tais como tubos Venturi, Dall ou diafragmas que são adequados para medição de vazão instantânea (lida ou gravada) cuja integração se faz por dispositivos mecânicos ou eletrônicos; ocorre nestes casos que o dispositivo deprimogeneo (como os citados) ou mesmo o "pitot" sendo obra morta ou estática, isto é, cujo funcionamento não exige movimento, é durável e de custo relativamente baixo enquanto que o sistema integrador de vazão é de custo relativamente elevado e este equipamento é geralmente mais sujeito a avarias, dada a delicadeza de sua construção e de seu funcionamento.

A utilização do estrangulamento da seção de vazão para medir o volume escoado por tubulação de grande diâmetro deveria ser associada a dispositivo integrador de custo baixo e manutenção fácil e para isto foi escolhido o hidrômetro de velocidade, de aletas ou de turbina helicoidal, cuja perda de carga em função da vazão se traduz por uma expressão matemática análoga àquela que rege o escoamento através do dispositivo deprimogeneo; surgiu assim o hidrômetro de derivação.

9.1.1 — Na medição de volume escoado através de grandes tubulações pode ser adotado um dispositivo tal que afasta convenientemente da vazão total uma fração fixa e somente esta é induzida a atravessar um hidrômetro mecânico que indicará o volume integrado escoado; este volume sendo fração fixa do volume total a medir, o hidrômetro poderá ser já gravado com o volume correspondente ao global ao invés de indicar apenas a fração do todo que o atravessa. Este tipo de medidor de volume escoado por uma tubulação é chamado hidrômetro proporcional. Há dois tipos distintos de hidrômetro proporcional: o chamado hidrômetro de derivação e o de sobre-elevação.

9.1.2 — Hidrômetro de derivação é um hidrômetro mecânico montado numa derivação estabelecida entre dois pontos situados a montante e a jusante de um dispositivo deprimogeneo, situado num pedaço de tubulação intercalado no conduto cuja vazão integrada se quer medir. Entre um ponto do tubo e a garganta do dispositivo deprimogeneo estabelece-se uma diferença de pressão que garante o fluxo através da derivação; esta tem uma extremidade a montante onde a pressão é maior e outra junto à garganta onde a pressão será menor; o hidrômetro instalado na derivação é escolhido de tal modo que a vazão nele seja proporcional à vazão que passa pelo conduto principal, e para isto deverá ser um hidrômetro de velocidade, de aletas com jatos múltiplos, ou de turbina helicoidal.

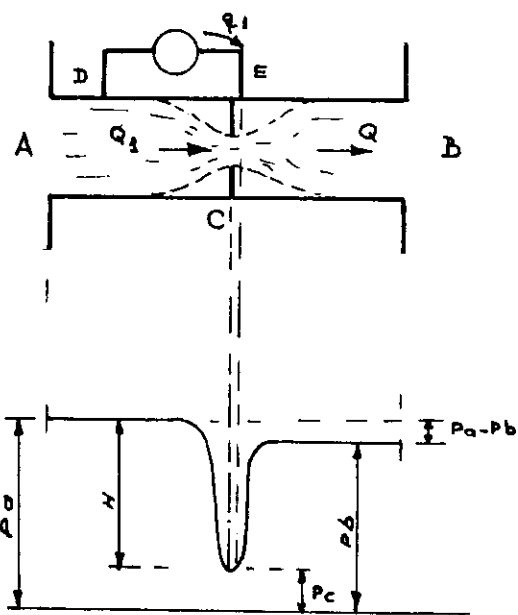
9.1.3 — Há uma outra forma de hidrômetro do tipo proporcional que, embora não seja de interesse imediato neste trabalho, citaremos apenas a título de ilustração: é o chamado hidrômetro de sobre-elevação; consiste num estrangulamento da seção de vazão a montante do qual a água escôa ao ar livre através de um hidrômetro mecânico de velocidade.

9.1.4 — Para identificar o tamanho de um hidrômetro de derivação costuma-se indicar os diâmetros nominais do conduto principal e do hidrômetro mecânico instalado na derivação.

Assim, no caso em pauta, o hidrômetro de derivação adotado no pôrto de Santos é um hidrômetro 60/15, isto é, 60 mm e 15 mm são respectivamente os diâmetros nominais da tubulação e do hidrômetro de aletas multijato instalado na derivação.

9.2 — Princípios teóricos de funcionamento e considerações correlatas.

9.2.0 — No desenho esquemático ao lado estamos indicando uma seção longitudinal do hidrômetro de derivação mostrando o conduto principal A B e a derivação entre D e E, dotada de seu hidrômetro; logo abaixo está representada a curva indicativa dos valores das pressões na veia líquida ao longo do comprimento do conduto principal, obser-



vando-se que a pressão dinâmica em A tem o valor P_a igual ao reinante em D; em C, na secção estrangulada a pressão é P_c praticamente igual à reinante em E, sendo finalmente P_b a pressão em B, pouco menor que a vigente em A por motivo da perda de carga sofrida no decurso de todo o hidrômetro entre A e B (êste valor é relativamente pequeno principalmente se comparado com a diferença de pressão entre D e E produzida pelo dispositivo deprimogeneo).

Entre D e E, pela derivação escoará a vazão $q_1 = aH^{1/2}$ sendo H a perda de carga entre D e E

E e a o coeficiente de proporcionalidade que caracteriza o comportamento do hidrômetro instalado na derivação.

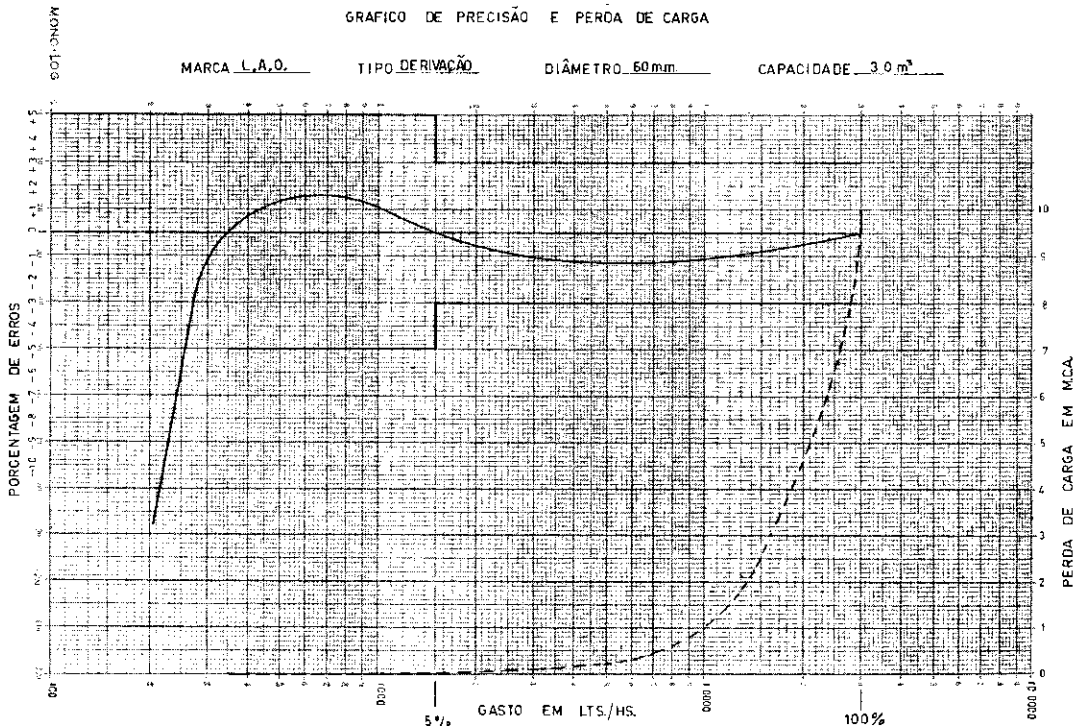
No conduto principal a vazão será, na garganta, $Q_1 = bH^{1/2}$, sendo b o coeficiente de proporcionalidade característico do comportamento do dispositivo deprimogeneo e a vazão global que atravessa o hidrômetro será $Q = q_1 + Q_1 = (a + b) H^{1/2}$. Será pois $Q/q_1 = 1 + b/a$ que chamaremos c; portanto $Q = c q_1$.

O hidrômetro na derivação pode ter uma escala funcional cujos valores já indiquem Q diretamente integrada.

Como se vê da demonstração breve feita acima, é indispensável para que haja proporcionalidade das indicações do hidrômetro na derivação e o volume realmente escoado pelo conduto principal, que o medidor instalado na derivação tenha vazão proporcional à raiz quadrada da perda de carga o que só ocorre com hidrômetros de velocidade, de aletas ou de hélice que serão assim os únicos escolhidos para montagem na derivação.

9.2.1 — Sendo o hidrômetro instalado na derivação o único dispositivo móvel do medidor de derivação, êle vai determinar as limitações nas condições de trabalho do conjunto. Assim, no nosso caso, o hidrômetro instalado na derivação é de vazão característica de $3m^3/h$ (para 10 m de coluna de água) portanto o hidrômetro de derivação terá vazão característica de $30 m^3/h$, (para 10 m de coluna de água) pois o coeficiente de relação de vazões é de 1:10 por motivo de construção.

GRAFICO DE PRECISÃO E PERDA DE CARGA



9.2.2 — As próprias curvas de vazão em função da perda de carga são semelhantes para o hidrômetro na derivação e o conjunto, neste sendo as vazões dez vezes (no hidrômetro aqui citado) maiores para a mesma perda de carga.

9.2.3 — Quanto à precisão dos hidrômetros de derivação é, teoricamente, como se verificou, idêntica à dos hidrômetros instalados na derivação; porém não existem ainda normas brasileiras relativas a este assunto. Estamos em anexo a este trabalho apresentando um gráfico de precisão e perda de carga em função de vazão para o hidrômetro de derivação 60/15 adotado em Santos no serviço de água a navios.

É oportuno aqui salientar a esplêndida performance destes hidrômetros nacionais no serviço no cais de Santos, comprovada por reiteradas aferições que têm confirmado de modo geral a curva aqui apresentada.

10. Usos diversos do hidrômetro de derivação

O uso mais difundido do hidrômetro de derivação é possivelmente o que se faz dele na Europa nos sistemas de irrigação de terras cultiváveis onde a medição do volume líquido escoado é importante tanto pelo custo da água geralmente sujeita a recalques quanto pela necessidade de distribuição equitativa do líquido disponível; igualmente importante, do ponto de vista da agricultura, onde a água é escassa, é o conhecimento da exata necessidade de água em seu valor numérico bem determinado o que é premissa indispensável aos futuros projetos de irrigação, ou levantamento de custos no planejamento agrícola. Cabe lembrar mais que a irrigação utiliza água que dificilmente causa obstrução ao hidrômetro de derivação uma vez que a garganta do dispositivo deprimogêneo tem diâmetro mínimo superior a 10 mm, o que permite a fácil passagem dos resíduos mais comuns. O baixo custo do medidor, associado a sua manutenção, torna também este medidor conveniente para os fins referidos.

A medição de grandes vazões em tubulações de grandes diâmetros, cujo valor integrado é procurado, é feita com grande comodidade utilizando-se hidrômetros de derivação principalmente tendo em vista o custo relativamente reduzido deste equipamento face ao hidrômetro mecânico ou mesmo aos dispositivos de venturi, dall, diafragma, pitot cujo processo integrado é complexo e de difícil manutenção de equipamento. No Brasil, onde o problema de medição de vazões em adutoras conduz sempre à

importação de equipamentos cuja manutenção e custo são quase impossíveis, o hidrômetro de derivação seria atualmente o instrumento ideal possível de ser feito aqui, pois para uma adutora de um metro de diâmetro, por exemplo, o hidrômetro de derivação poderia ser construído utilizando um medidor de jatos múltiplos de diâmetro nominal de 40 mm (o que já existe nacional).

Igualmente valioso é o hidrômetro de derivação quando se pretende medir a água escoada em tubulações de sistemas contra-incêndio; tais volumes escoados no combate a incêndio, se conhecidos, permitem correto dimensionamento futuro das tubulações destes sistemas. Por outro lado é comum considerar inconveniente a instalação de hidrômetros nas tubulações onde escoar água destinada ao combate ao fogo face ao risco de obstrução de tais instrumentos; este inconveniente porém não ocorre com os hidrômetros de derivação cuja obstrução não pode nunca ocorrer, dado a diâmetro da garganta e a passagem livre que ela oferece: se ocorrer obstrução no aparelho medidor na derivação, assim mesmo a segurança do sistema estará garantida pelo escoamento através da garganta.

Poder-se-á estender a utilização dos hidrômetros de derivação à medição de líquidos de valor unitário limitado transportados em caminhões tanques, como, por exemplo, hipoclorito de sódio em solução, desde que seu escoamento se faça por mangueiras.

Finalmente, como à saciedade demonstramos neste trabalho, é excepcionalmente adequado o uso do hidrômetro de derivação no suprimento de água a navios surtos no porto.

11. Conclusões

- a) O uso dos hidrômetros de derivação constituiu fundamento de solução para os problemas que afetavam o abastecimento de água a navios no cais de Santos, podendo esta experiência ser válida em problema similar nos demais portos do Brasil.
- b) Existe já hidrômetro de derivação de fabricação nacional, sendo oportuno que a ABNT cogite de sua normalização.
- c) O uso do hidrômetro de derivação no Brasil deve ser incrementado para as finalidades em que é adequado, principalmente para a medição de vazões em grandes adutoras, ampliando a gama de opções dos que têm a seu encargo a medição de água.