

# Hidrômetros de Transmissão Magnética

ENG. GUIDO TEDESCO \*

## I — INTRODUÇÃO

A aplicação do sistema de transmissão magnética aos hidrômetros não pode ser atribuída a um inventor ou a determinado fabricante. Há cerca de vinte anos vem sendo utilizada, tanto pelos fabricantes americanos, como pelos europeus e atualmente uma por uma indústria nacional. Uma empresa estatal finlandesa foi a primeira a tornar público, no Brasil, através da diretoria da DIP-2 do DAE de São Paulo, o hidrômetro de transmissão magnética através da turbina. Outros fabricantes estrangeiros seguiram-se na apresentação de modelos mas nenhum se dispôs a instalar uma indústria completa no Brasil. Dentre as nacionais, a Hidromet-Tecnobrás S.A. — Indústria Brasileira de Hidrômetros, encorajada pela DIP-2 de São Paulo, foi a primeira empresa brasileira a fabricar esses novos tipos de medidores em toda as modalidades, na vazão de 3 m<sup>3</sup>.

## II — POR QUE A TRANSMISSÃO MAGNÉTICA

O que levou os fabricantes de hidrômetros a adotar a transmissão magnética nos aparelhos, foi, certamente, a ineficácia de um componente dos medidores convencionais, chamado "prensa-estôpa". Este dispositivo conecta o redutor que normalmente trabalha mergulhado em água, com o registrador do aparelho. É, em resumo, um eixo com duas engrenagens, nas extremidades, que gira, ajustado a um orifício da Base Intermediária (plaqueta) do hidrômetro. Fig. 1. Embora se diga que existem dois tipos de prensa-estôpa, o Americano e o Europeu,

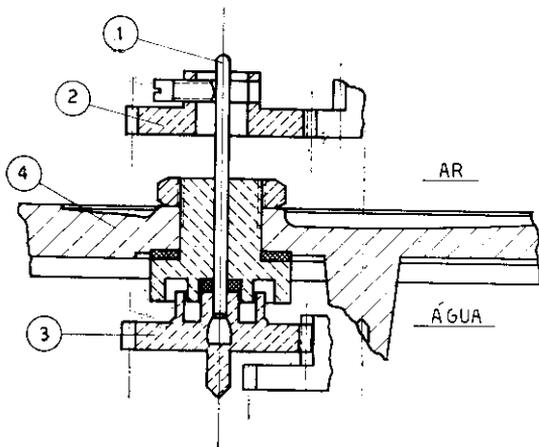


Fig. 1

há inúmeros e cada fabricante procura reivindicar para seu sistema todas as vantagens. Na realidade, todos se equivalem e apresentam em maior ou menor grau, vazamento, perfeitamente plausível, porque tentam conciliar dois extremos: rotação macia com estanqueidade. Essa combinação, no Brasil, é dificultada, ainda mais, em virtude da carência de chapas de aço para a confecção de molas de dureza constante, bem como arames de aço, para eixos, com limites mínimos de tolerância, tal como centésimo de milímetros. Pequenas variações nos diâmetros dos arames ou na dureza das chapas podem causar vazamento ou tirar o aparelho das estritas medidas permissíveis, nas baixas vazões.

Os vazamentos embaçam o visor do aparelho, como consequência da evaporação das gotas de água que passam para a câmara do registrador. O embaçamento, além de dificultar e às vezes impedir a leitura do hidrômetro, causa uma impressão negativa ao contribuinte. Estudando a solução do problema, os fabricantes chegaram à Transmissão Magnética. É oportuno lembrar que, para eliminar o problema de vazamento, apresentaram, inicialmente, hidrômetros de mostrador mergulhado. Os mecanismos destes aparelhos são os precursores das atuais 'unidades seladas', porque possuem o trens redutor e registrador, unificados num só sistema. Tais hidrômetros solucionaram o problema, em parte, pois, sabemos que não se recomendam para qualquer tipo de água.

## III — O QUE É A TRANSMISSÃO MAGNÉTICA

Considerando-se a origem histórica do problema, era de esperar-se que o primeiro sistema de transmissão magnética, aplicado nos hidrômetros, surgisse exatamente no lugar de origem do prensa-estôpa, o que realmente aconteceu. O autor que conhece a maioria das fábricas de hidrômetros, tanto da Europa, como dos Estados Unidos, acredita que a H. Meineck A. G., indústria alemã, mundialmente famosa, tenha sido, senão a primeira, pelo menos uma das pioneiras da Transmissão Magnética, adotada em lugar do prensa-estôpa. Existem no Brasil, já há muitos anos, hidrômetros industriais dessa prestigiosa marca, funcionando com transmissão magnética, aplicada em lugar do prensa-estôpa. A este sistema chamaremos de transmissão magnética a dois

(\*) Gerente Industrial da Hidromet-Tecnobrás S.A. Indústria Brasileira de Hidrômetros.

ímãs ou de transmissão magnética dupla. Consiste, essencialmente, em dois ímãs circulares, equipados de eixos e separados pela base intermediária, que giram em mancais, situados na mesma linha imaginária. A fig. 2 ilustra melhor o princípio. O ímã (2) propulsor liga-se ao trem redutor, através da engrenagem 1. O ímã propelido (4) une-se ao con-

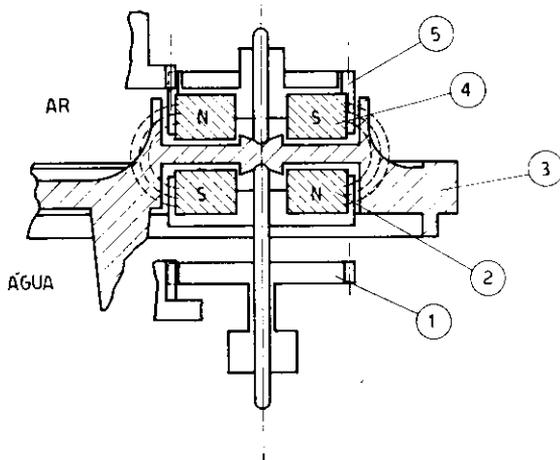


Fig. 2

junto registrador, através da engrenagem (5). Os ímãs são separados pela base intermediária (3) do hidrômetro a qual, por ser de latão, é facilmente permeável às linhas magnéticas que interligam os ímãs. A atração mútua desses faz com que a rotação de um seja transmitida ao outro, sem qualquer dificuldade. Para melhorar a sensibilidade dos aparelhos, os apoios dos eixos, situados na base intermediária, são equipados com mancais de ágata ou polidos até ao espelhamento. Os ímãs, para esta finalidade, normalmente são feitos de ferrite sinterizada, imantados na direção axial e possuem 2, 4, 6 e 8 polos (fig. 5). Realmente, os ímãs para hidrômetros podem ser fabricados com diversos materiais e através de vários processos, sem prejuízo de seu desempenho; porém, a escolha recaiu sobre a ferrite, por duas razões: porque é o material mais barato e porque os ímãs de ferrite não enferrujam em contacto com a água, pois, a ferrite é um aglomerado de óxidos com predominância dos de ferro. Outras substâncias, como o Alnico, por exemplo, sofrem oxidação dentro da água, o que, aliás, pode ser facilmente evitado, pelo revestimento da peça, com qualquer um dos inúmeros compostos de proteção. Os ímãs de ferrite, comercialmente conhecidos por "ímãs de cerâmica", porque a sinterização se assemelha aos processos adotados nessa indústria, são imantados na direção axial, a fim de facilitar a atração mútua e possuem polos de número variável para se dosar a força de atração entre os ímãs. Esta, para a mesma peça, varia, em intensidade, na proporção inversa ao número de polos do ímã. Ímãs, com atração muito forte, prejudicam a sensibilidade do aparelho,

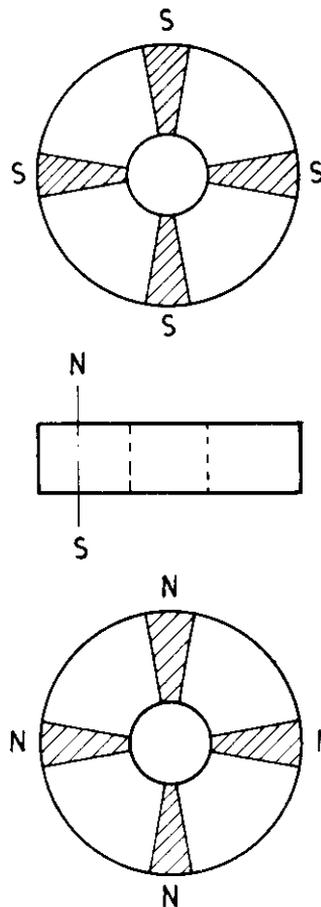


Fig. 5

porque os eixos ficam intensamente prensados contra os mancais da base intermediária. Quando a atração é mais fraca, existe a possibilidade de permanecer o ímã propulsor girando e o propelido parado, quando o hidrômetro for solicitado à vazão nominal e, principalmente, se aparecer qualquer pequeno problema entre as peças do conjunto registrador. Imantar um ímã com dois polos é tarefa fácil e pouco dispendiosa, desde que ele possua uma distribuição randômica de suas partículas. Mas, desde que se deseje um ímã com partículas orientadas, ou com 4 ou 8 m polos, exigem-se equipamentos especiais, dispendiosos e técnica apurada. Reconhece-se o número de polos de um ímã, esparramando-se, em sua superfície, limalha fina de ferro e observando-se os pontos em que mais se concentram as partículas. O ímã propulsor gira numa câmara, a fim de evitar que se formem depósitos de impurezas entre a sua superfície e a da base intermediária, dificultando-lhe, com o passar do tempo, a rotação. É interessante notar que, mesmo sem proteção, o ímã apenas em hipótese muito remota, poderia ficar bloqueada pelos depósitos, por duas razões: estes depósitos não são cumulativos e, no hidrômetro em movimento, o "torque", resultante, neste ponto, é bastante elevado. Isto

pode ser facilmente verificado, se quisermos bloquear o aparelho, segurando-se com a mão qualquer das engrenagens do prensa-estôpa, estando a turbina em movimento.

#### IV — EVOLUÇÃO DA TRANSMISSÃO MAGNÉTICA

A transmissão magnética a dois ímãs melhorou muito a qualidades dos hidrômetros, uma vez que o vazamento deixou de existir; mas não eliminou outro problema, frequentemente apontado pelos consumidores aos fabricantes. Era (ou é) o trem redutor. Este conjunto, trabalhando, mergulhado em água, muitas vezes mal tratada, possui vida relativamente curta. Os depósitos acumulados em tôrno dos componentes, reduzem-lhe rapidamente a sensibilidade; em consequência, o medidor passa a registrar as pequenas vazões com grandes erros negativos, quando não chegam a bloquear o aparelho, o que costuma causar prejuízos consideráveis aos serviços d'água. Estudando o problema, os fabricantes chegaram à Transmissão Magnética, pela turbina. Considera o autor esta concepção genial, em relação à de dois ímãs. Cedo ou tarde, a idéia de dois ímãs ocorreria, naturalmente, à pessoa dotada de senso de observação; já a transmissão magnética pela turbina é o resultado de um estudo relativamente avançado; tal sistema elementarmente se representa por um ímã que, girando, arrasta, por indução magnética, uma peça metálica de formato conveniente. A fig. 3 representa o princípio exposto.

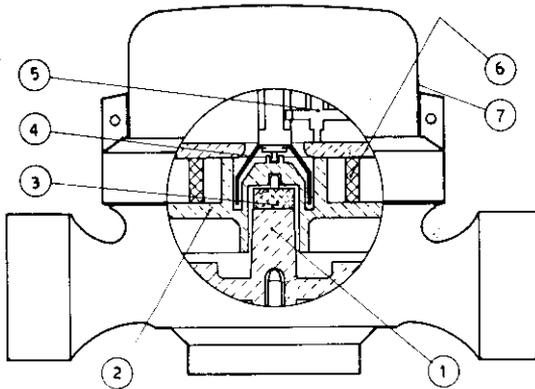


Fig. 3

O ímã (3) situado no tópo da turbina (1), ao girar, arrasta, por indução magnética, o garfo (4) ligado ao mecanismo através da engrenagem (5). O ímã é de cerâmica, bipolar e imantado na direção diametral, fig. 4, a fim de obter-se uma boa atuação do aparelho, nas pequenas vazões. Se o ímã não fôsse imantado na direção axial, como no tipo utilizado na transmissão magnética de dois ímãs, a atração do ímã sôbre o garfo prensaria o eixo des-

ta peça sôbre o mancal, situado na base intermediária e o hidrômetro cessaria de funcionar, próximo

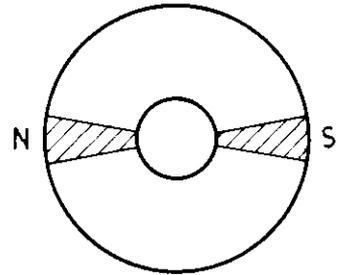
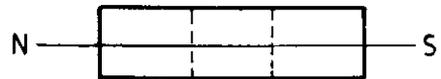


Fig. 4

da vazão de 30 l/h. Nos hidrômetros de transmissão magnética de dois ímãs, a compressão dos eixos de encontro à base se compensa pela diferença do "torque" que, no eixo do ímã propulsor da fig. 2, é 1.700 vezes superior ao do eixo do garfo (4) da fig. 3, feito de aço inoxidável. É importante observar-se que, no sistema de transmissão magnética, o trem redutor já não mais mergulha em água mas se situa na parte sêca do aparelho, juntamente com o registrador, sendo a turbina do aparelho a única peça móvel em contacto com a água.

#### V — CONSEQUÊNCIAS DA TRANSMISSÃO MAGNÉTICA

A transmissão magnética pela turbina deve ser considerada, como única melhoria realmente importante que afetou o progresso dos medidores nos últimos 30 anos; além de ter eliminado os problemas do redutor mergulhado e do vazamento pelo prensa-estôpa, permitiu transformações tão grandes nos aparelhos, que os aproximou, em matéria de durabilidade em serviço, dos WATT-HORA-METRO (relógios de luz). Os medidores domiciliares, com transmissão mecânica ou prensa-estôpa, possuem três pontos vulneráveis que impedem sua longa permanência na rede: a) redutor mergulhado em água, b) o prensa-estôpa, c) o conjunto tampa-visor. A falha de qualquer um dos três elementos determina a remoção do medidor da rede para a oficina de manutenção. Porém, acontece frequentemente que o hidrômetro, embora danificado, continua em seu lugar muitos anos, porque raros serviços de água, possuem manutenção preventiva dos aparelhos. Os medido-

res de transmissão magnética não têm os três inconvenientes apontados; como dissemos, são desprovidos de redutor mergulhado, de prensa-estôpa e finalmente a clássica combinação de cabeça-tampa-vidro foi substituída por um conjunto de anel e cúpula transparente que, como veremos adiante, é de maior eficiência. Basta inspecionar-se uma oficina de manutenção de hidrômetros, verificando-se os aparelhos que entram para reforma, constatar-se-á em média 75% dêles se encontram sem tampa, com vidro quebrado ou sem tampa e sem vidro. Nos hidrômetros de transmissão magnética, a tampa foi simplesmente eliminada. A cúpula transparente, de excepcionais propriedades físicas, é confeccionada em policarbonato, material termoplástico de extraordinárias características mecânicas. Inúmeros testes demonstraram que uma peça, confeccionada com êste moderníssimo material, resiste a impactos de três toneladas. A inalterabilidade da transparência do policarbonato é assegurada por uma carga de elementos absorventes de raios ultra-violeta, desde que se exija tal especificação. A cúpula transparente, apoiada sobre a base intermediária, encerra todo o mecanismo do medidor. Êste sistema, constituído de base intermediária, mecanismo e cúpula transparente, é conhecido por "unidade selada", que, embora não tenha necessidade alguma de selagem, exerce atração sobre os clientes, graças ao simpático título. O termo "unidade selada" aplicado aos hidrômetros, surgiu nos Estados Unidos onde os fabricantes, como argumentação comercial, apresentavam e ainda apresentam a "unidade selada", como sendo fechada a vácuo. Argumentam que, fechando-se a unidade a vácuo, elimina-se a possibilidade de embaçamento do visor, em consequência da condensação de ar, existente no interior da unidade selada, por ocasião das quedas de temperatura. Mas êste fenômeno não ocorre, supondo-se que a unidade tenha sido fechada nas seguintes condições ambientais:

temperatura ambiente: — 30°C

umidade relativa do ar: — 20%

pressão atmosférica: — 1 atm.

Recorrendo-se a qualquer carta psicométrica, constata-se que a condensação só poderá verificar-se à temperatura de menos 10°C que, dentro das condições climáticas do Brasil, é completamente impossível, salvo nas condições artificiais de laboratório. As unidades, simplesmente fechadas, mesmo sem colagem, considerando-se o apêrto do anel, não têm probabilidade de apresentar embaçamento. A título de esclarecimento, podemos acrescentar que a condensação, se existisse, poderia ser evitada de duas formas mais simples e econômicas: ou fechando as unidades em ambientes de ar sêco artificialmente ou nelas colocando-se pequenas quantidades de agentes absorventes de unidade como sílica gel, cal desidra-

tada, cloreto de sódio. A transmissão magnética pela turbina pode ser aplicada, tanto aos hidrômetros de jatos múltiplos, como aos de jato simples e, naturalmente, também aos volumétricos. Parece ao autor que a transmissão magnética pela turbina não deve ser aplicada aos hidrômetros de 7 m<sup>3</sup>, para cima, entretanto, aparelhos de maior capacidade funcionam bem com a transmissão magnética a dois ímãs.

Com referência aos hidrômetros de jatos múltiplos, apesar da eliminação dos três pontos vulneráveis citados anteriormente, ainda restou o problema do estrangulamento dos orifícios da câmara de medição, quando o aparelho é colocado em serviço, em contacto com águas não tratadas. Sabe-se que o estrangulamento faz com que o medidor passe a registrar os consumos com acentuados êrros positivos. Contudo, embora o fenômeno não seja comum, pode solucionar-se o problema, especificando-se nesses casos, medidores de jato simples com transmissão magnética pela turbina. Nêsses aparelhos o perfil da câmara de medição não permite o acúmulo de depósitos e a água proporciona uma ação de auto limpeza ao medidor. Pessoalmente, acredita o autor que o hidrômetro de jato simples com transmissão magnética pela turbina é o aparelho ideal para a maioria dos serviços de água do Brasil, porque entre os tipos que se conhecem, êste é o que exige menores cuidados, trabalha com qualquer tipo de água e mantém as propriedades iniciais de medição por mais tempo; o que, em termos econômicos, significa melhor aplicação de capital. Convém lembrar, novamente, que, em nosso país, o medidor normalmente se instala e somente é reparado, quando se percebe que parou, embora existam muitos departamentos que se vangloriem dos rigorosos testes de recebimento, chegando alguns a aferir os aparelhos, não por estatística, mas individualmente. Todavia, uma vez instalado, ninguém mais se preocupa com sua precisão.

Perguntamos então: para que tanto rigor nos testes de recebimento? Contra os hidrômetros de jato simples, existe a crença generalizada, fundada apenas em especulações teóricas, de que o eixo da turbina sofre desgaste excessivo porque o jato incide num só lado da turbina. Na prática, tal **não acontece, desde que o medidor não seja solicitado, além de seu dimensionamento.** Com experiências muito simples, de fadiga, pode-se verificar que um moderno medidor de 3 m<sup>3</sup> de jato simples ultrapassa folgadoamente aos 5.000 m<sup>3</sup>, o que equivale de 10 a 12 anos de serviço na rede, mesmo quando solicitado, ininterruptamente, à vazão de 1.500 l/h, vazão esta superior 5 vêzes àquela em que o medidor dessa capacidade, normalmente trabalha.

Geralmente, os testes feitos com êsses aparelhos, nada traduzem de prático, porque os experimenta-

dores, querendo verificar o fenômeno a qualquer custo, se esquecem do princípio fundamental de que todo teste de fadiga, para ser significativo, deve reproduzir, o mais aproximadamente possível, as condições de trabalho normal do objeto em estudo. Os hidrômetros de jato simples, atualmente, são fabricados nos seguintes países: Estados Unidos, Inglaterra, Suíça, Espanha, Portugal, Finlândia, Japão, Itália e, a partir de agora, também no Brasil. Na Itália existem instalados mais de 3 milhões desses aparelhos, é o hidrômetro mais solicitado e se fabricam cerca de cem mil unidades mensais, desse tipo, para consumo interno e, principalmente para exportação.

## VI — RESTRIÇÕES AOS HIDRÔMETROS DE TRANSMISSÃO MAGNÉTICA; COMENTÁRIOS

As restrições feitas aos hidrômetros de transmissão magnética são três e também não passam de especulações teóricas:

- a) perda das propriedades dos ímãs
- b) depósitos de ferro sobre os ímãs
- c) influência de campos magnéticos externos.

a) É frequente a pergunta: Será que com o tempo o ímã não perde a atração e o aparelho deixa de funcionar?

Naturalmente, os que dispõem de conhecimentos de eletrotécnica sabem que não é à toa que o ímã é chamado de permanente; já para os demais, além de não ser nada natural, é difícil, senão impossível, explicar-lhes a razão, recorrendo a conceitos, já definidos e irrefutáveis, como o uso dos ímãs permanentes no WATT-HORA-METRO, nos velocímetros de automóveis, nas máquinas de agitar refrescos.

b) A possibilidade de se formarem depósitos de ferro sobre o ímã que trabalha, mergulhado em água, causa dúvidas sobre a aplicação dos hidrômetros de transmissão magnética, principalmente entre as pessoas que possuem curso sobre tratamento de águas. Como dissemos, anteriormente, o ímã propulsor da fig. 3 trabalha dentro de uma câmara; evidencia-se a impossibilidade de se aglomerarem depósitos. O próprio autor teve a oportunidade de presenciar a desmontagem de diversos aparelhos, de grande consumo, com mais de 5 anos de rede e constatar que os ímãs estavam limpíssimos. Excluída esta possibilidade, somente resta o caso de trabalhar aparentemente exposto, o ímã de transmissão magnética pela turbina. Experiências, levadas a ter-

mo nos laboratórios da Hidromet-Tecnobrás S. A., com hidrômetros de transmissão magnética pela turbina, tanto de jato simples, como de jatos múltiplos, trabalhando com água ferruginosa com 3 mg/l de ferro, portanto 10 vezes mais do que o teor admitido pelos padrões de potabilidade, demonstraram que a camada de depósitos de óxido de ferro sobre o ímã não chega a prejudicar o funcionamento dos aparelhos. Raciocina a maioria da seguinte forma: um aparelho que registra consumos de 30 m<sup>3</sup> mensais e que trabalha com água com 3 ppm de ferro, ao término de um mês, deveria acumular um depósito de, aproximadamente 9 gramas; neste ritmo, após poucos meses de uso, o aparelho deixaria de funcionar, devido ao excesso do depósitos sobre a turbina. Pois bem, fizemos experiências com água que continha 10 vezes mais ferro, do que o admitido pelos padrões de potabilidade a fim de se verificar se a hipótese de depósitos cumulativos era verdadeira ou não. Colocamos dois aparelhos, trabalhando, ininterruptamente, à vazão de 1.000 l/h, de forma que, tendo em vista a concentração de ferro apontada, deveríamos esperar um depósito de pelo menos 60 g/dia. Mas, desmontando-se os aparelhos, após 15 dias de uso, verificamos que a quantidade de depósitos era tão pequena que resolvemos esperar pelo menos 90 dias. Terminado este prazo, a camada inicial não aumentou.

Desta forma, ficou demonstrado que os depósitos não são cumulativos, provando-se de forma convincente, que a teoria sobre a formação de depósitos de ferro é infundada.

Convém notar que este teste, embora ultra-rápido, é perfeitamente válido e que, certamente, foi o primeiro de uma série que todos os fabricantes de hidrômetros de transmissão magnética fizeram, antes de lançar o aparelho. A explicação do fato de não serem os depósitos cumulativos, é que, pela pequena força de atração do ímã, a aderência das partículas sobre sua superfície é tão fraca, que não resiste aos esforços, combinados e contínuos resultantes do arrastão do fluxo e da força centrífuga.

c) A influência de campos magnéticos externos sobre os hidrômetros de transmissão magnética somente se verifica, de forma apreciável, nos aparelhos desprovidos de blindagem magnética. Realmente, os primeiros hidrômetros de transmissão magnética não a possuíam porque os fabricantes, embora reconhecendo que um medidor de transmissão magnética pode ser bloqueado por um campo externo de determinada densidade, não viam razões em considerar tal problema, porque um procedimento desta ordem por parte de algum contribuinte constitui fraude, capitulada no Código Penal, como crime. Além do mais, os aparelhos de transmissão mecânica convencionais também podem ser bloqueados

por intermédio de um simples fio de arame, introduzido no respiro da cabeça; e isto seria uma fraude mais fácil de ser praticada, do que através de um ímã de certa potência, que é difícil de ser obtido. Cumpre lembrar que os medidores elétricos que operam também com dispositivo magnético, são suscetíveis da mesma fraude. E porque não existem reclamações? Finalizando, é pouco provável que o contribuinte saiba distinguir um hidrômetro magnético de um de transmissão mecânica. Por que perdurar a objeção?

Mas a fim de que se eliminasse a derradeira dúvida sobre as grandes vantagens da adoção do hidrômetro magnético, a maioria dos fabricantes está equipando seus aparelhos com anel de proteção anti-magnético que circunda o garfo (contra-ímã) do dispositivo; esta blindagem atua, desviando as forças

magnéticas, oriundas de um campo externo e, conseqüentemente, impedindo que os mesmos exerçam qualquer influência no perfeito funcionamento do aparelho.

São estas as principais razões que se invocam, para justificar a adequada utilização dos hidrômetros de transmissão magnética, sem dúvida um notável avanço da indústria, em favor dos serviços de medição, hoje tão úteis e que são já considerados indispensáveis.

A boa medição representa a verdadeira possibilidade de praticar-se a justiça tributária, no consumo da água, policiando os excessos e contribuindo para a economia do precioso líquido. A boa medição traduz a realidade do consumo; serviço medido é serviço respeitado e demonstra a boa organização de uma empresa de saneamento.