

Figura 2 - Dimensões gerais

Tabela 6 - Dimensões

Dimensões em milímetros

DN	L1	L2 e L3 (máx.)	H1 (máx.)	H2 (máx.)
50	200/270	135	115	390
65	200/300	150	130	390
75/80	200/300/350	180	150	410
100	250/350/360	225	215	440
150	300/450	175	180	500
200	350	190	200	500
250	450	210	220	500
300	500	290	250	500
400	500/600	290	320	500
500	500/800	385	380	520

NOTA - Tolerâncias para o comprimento L1:

200 ≤ L1 < 400 mm = tolerância - 3 mm

400 ≤ L1 ≤ 1 000 mm = tolerância - 5 mm

Tabela 7 - Classes metrológicas

Classe	Vazão m³/h	Diâmetro nominal (DN)									
		50	65	75/80	100	150	200	250	300	400	500
A	q _{min.}	1,2	2,0	3,2	4,8	12	20	32	48	80	120
	q _t	4,5	7,5	12	18	45	75	120	180	300	450
B	q _{min.}	0,45	0,75	1,2	1,8	4,5	7,5	12	18	30	45
	q _t	3,0	5,0	8,0	12	30	50	80	120	200	300
C	q _{min.}	0,09	0,15	0,24	0,36	0,90	-	-	-	-	-
	q _t	0,225	0,375	0,60	0,90	2,25	-	-	-	-	-

5.1.2 Erro

O medidor, quando ensaiado conforme 7.2.4, deve apresentar erros percentuais dentro dos limites indicados na tabela 8.

Tabela 8 - Erros admissíveis

Vazão	Erro admissível %
$q_{\min.} \leq q \leq q_t$	± 5
$q_t < q \leq q_b$	± 2

5.1.3 Desgaste acelerado

O ensaio de desgaste acelerado conforme 7.2.5 e os desvios nos erros não devem superar os indicados na tabela 9.

Tabela 9 - Desvios máximos admissíveis após ensaio de desgaste acelerado

Vazão	q_n	q_t	$q_{\min.}$
Desvio %	$\leq 2,0$	$\leq 3,0$	$\leq 4,0$

5.2 Vazão de sobrecarga e perda de carga

O medidor ensaiado conforme 7.2.7 deve apresentar a passagem de uma vazão não inferior à vazão de sobrecarga com uma perda de carga não maior que 0,06 MPa (0,6 bar) para medidor vertical e 0,03 MPa (0,3 bar) para medidor axial.

5.3 Funcionamento no contrafluxo

O medidor ensaiado conforme 7.2.8 deve apresentar erros percentuais dentro dos limites indicados na tabela 8.

6 Marcações

O medidor deve ter marcações de forma legível, além do estabelecido pelas disposições legais vigentes, conforme indicações descritas na tabela 10.

Tabela 10 - Posição das inscrições

Indicações *)		Corpo	Mostrador do dispositivo totalizador	Flange superior	Tampa
a	A marca registrada, ou o nome, ou o modelo, ou a razão social, o responsável pela comercialização do produto (representante, vendedor, importador, exportador, etc.)	-	x	-	-
b	Classe metrológica	-	x	-	-
c	Designação do medidor	-	+	+	+
d	O símbolo da unidade de "m ³ "	-	x	-	-
e	O ano de fabricação e número de série	+	+	+	+
f	Uma ou duas setas indicando o sentido do fluxo de água	x	-	-	-
g	Vazão de sobrecarga ou diâmetro nominal (DN)	-	-	-	-
h	Modelo ou tipo	+	+	+	+
i	Classe de pressão, quando for diferente de 1,0 MPa	+	+	+	-

*) As indicações com "x" indicam posição obrigatória, "-" são opcionais e "+" deve ser escolhida em uma das posições indicadas.

7 Aprovação de modelo ou conformidade

Para aprovação de modelo ou conformidade, o medidor deve ser submetido aos procedimentos citados em 7.2.1 a 7.2.9, utilizando-se a aparelhagem citada no anexo A, na seguinte sequência:

- a) exame visual;
- b) exame dimensional;
- c) ensaio hidrostático;
- d) verificação dos erros percentuais;
- e) ensaio de desgaste acelerado;
- f) verificação dos erros percentuais após desgaste acelerado e cálculo dos desvios;
- g) ensaio de perda de carga;
- h) ensaio de contrafluxo;
- i) ensaio de faixa de regulação.

7.1 Condições gerais de ensaio

7.1.1 Os ensaios nos medidores devem ser feitos com água que apresente as mesmas características daquela utilizada para o seu uso.

7.1.2 A água não deve conter bolhas de ar e, antes de cada ensaio, todo o ar deve ser purgado das instalações. Recomenda-se que os medidores a serem ensaiados sejam submetidos previamente a um funcionamento de 2 min na vazão nominal.

7.1.3 A temperatura da água de ensaio deve estar entre 1°C e 40°C e não variar mais que 5°C durante o ensaio.

7.1.4 No início e no fim do ensaio a água contida na tubulação da bancada deve ser a mesma.

7.1.5 Em todos os ensaios devem ser tomadas precauções para minimizar os efeitos de vibração/choque.

7.1.6 Antes do início de cada ensaio, deve ser feita uma verificação a fim de detectar qualquer vazamento.

7.1.7 Devem ser previstos nos equipamentos do ensaio dispositivos visando a proteção dos operadores.

7.1.8 A instalação de ensaio deve estar provida de padrões de referência adequados, como os citados no anexo A, com seus respectivos certificados de calibração rastreáveis a algum organismo metrológico nacional ou internacional.

7.2 Procedimentos dos ensaios

7.2.1 Exame visual

O exame consiste em verificar se os medidores cumprem os requisitos gerais estabelecidos nesta Norma e verificáveis visualmente, de acordo com 4.1 a 4.9.

7.2.2 Exame dimensional

O exame consiste em verificar as dimensões previstas em 4.10.

7.2.3 Ensaio hidrostático

O medidor deve suportar, sem danos ao seu funcionamento e sem vazamento ou exsudação, uma pressão hidrostática de 1,5 vez a pressão nominal aplicada gradualmente e sem golpes durante 1 min.

NOTA - Antes do ensaio hidrostático o medidor deve ser regulado e em seguida lacrado; na inspeção de rotina, o ensaio hidrostático pode ser elaborado antes de ser regulado e/ou lacrado.

7.2.4 Verificação dos erros percentuais

7.2.4.1 A verificação dos erros percentuais consiste em comparar as indicações do medidor com as leituras dos padrões das bancadas de calibração, conforme requisitos indicados em 5.1.1 e 5.1.2.

7.2.4.2 Na representação gráfica dos erros percentuais, utiliza-se o erro relativo percentual apresentado pelo medidor ensaiado, calculado segundo a equação:

$$E = \frac{V_i - V_c}{V_c} \times 100$$

onde:

E é o erro relativo em porcentagem (%);

V_i é o volume indicado no medidor;

V_c é o volume de referência.

7.2.4.3 Para o cálculo dos desvios após o desgaste acelerado, o ensaio deve ser elaborado nas seguintes vazões:

a) q_{min} ;

b) q_i ;

c) q_n .

7.2.4.4 Para o levantamento da curva característica de erros, o ensaio deve ser feito no mínimo em vazões compreendidas dentro das seguintes faixas:

a) q_{min} e 1,1 q_{min} ;

b) 0,5 q_n e 0,55 q_n ;

d) q_n e 1,1 q_n ;

e) 0,9 q_s e q_s .

7.2.4.5 Na elaboração da curva característica de erros, os pontos devem ser determinados a partir da média aritmética dos resultados de três ensaios para cada vazão, e os erros admissíveis devem estar de acordo com 5.1.2.

7.2.4.6 Os volumes mínimos escoados nos ensaios de calibração e perda de carga devem estar conforme a tabela 11.

Tabela 11 - Volume de escoamento mínimo

Vazão de ensaio	Escoamento mínimo L
$q_{min.} \leq q \leq q_t$	100 d
$q_t < q \leq q_s$	500 d
NOTA - d é a menor divisão de leitura do medidor.	

7.2.5 Ensaio de desgaste acelerado

O ensaio consiste em submeter o medidor a condições simuladas de serviço e obter com isso projeção futura de seu estado e comportamento. Os medidores devem ser submetidos a pelo menos um dos ensaios de desgaste acelerado, conforme a tabela 12.

O medidor deve ser submetido a funcionamento contínuo, conforme a tabela 12. A variação relativa da vazão durante o ensaio não deve exceder os valores estipulados na tabela 12, exceto no início e no fim da operação.

A tolerância no tempo de duração específica em cada fase do ensaio não deve exceder 10%, e no tempo total de duração do ensaio 15%.

Tabela 12 - Condições para ensaio de desgaste acelerado

Vazão de ensaio	Tempo de escoamento h
$0,9 q_n < q \leq q_n$	800
$0,9 q_s < q \leq q_s$	200

7.2.6 Verificação dos erros percentuais após o desgaste acelerado e cálculo dos desvios

O procedimento deverá ser o mesmo de 7.2.4.1 a 7.2.4.3, calculando-se o desvio para as vazões nominais, transição e mínima, sendo o desvio igual ao módulo da diferença dos erros apurados antes e após o ensaio de desgaste acelerado.

7.2.7 Ensaio de determinação da perda de carga

A verificação da perda de carga consiste em determinar o diferencial entre a pressão a montante e a jusante do medidor em ensaio, sob uma vazão constante. Os valores obtidos devem estar de acordo com os requisitos indicados em 5.2.

NOTA - Quando necessário, poderá ser elaborada a curva de perda de carga, devendo preferencialmente ser usadas as mesmas vazões empregadas para a construção da curva característica de erros, devendo os pontos ser determinados através da média aritmética dos resultados de três ensaios para cada vazão.

7.2.8 Ensaio do funcionamento com contrafluxo

O medidor deve ser instalado no sentido inverso do escoamento normal e deve funcionar na vazão nominal, durante um período de 6 min; após isto, deve ser colocado no sentido do fluxo normal e aferido de acordo com 7.2.4.

7.2.9 Ensaio de faixa de regulação

O medidor deve ser aferido na vazão nominal com o regulador nas posições máxima e mínima de regulação e a variação das duas calibrações deve estar de acordo com os requisitos indicados em 4.4.1.

8 Inspeção e recebimento

No caso de serem executados ensaios de recebimento, a inspeção deverá ser realizada fazendo-se no mínimo os seguintes exames e ensaios, podendo-se utilizar como parâmetro a NBR 5426:

- a) exame visual (7.2.1);
- b) exame dimensional (7.2.2);
- c) ensaio hidrostático (7.2.3);
- d) ensaio verificação dos erros percentuais (7.2.4).

9 Ensaios

Os ensaios podem ser realizados em instalações do fabricante ou em outra entidade homologada, submetendo-se 100% dos medidores produzidos a pelo menos os seguintes ensaios:

- a) ensaio hidrostático (7.2.3);
- b) ensaio de verificação dos erros percentuais (7.2.4).

NOTA - O ensaio de verificação dos erros percentuais deve ser elaborado pelo menos nas vazões nominal, transição e mínima.

10 Resultados

10.1 A apresentação dos resultados deve ser feita na forma de relatório, onde devem constar a identificação dos medidores ensaiados, os resultados dos ensaios, a condição de aprovação ou reprovação do medidor para cada ensaio e a identificação com assinatura do responsável pelo ensaio.

10.2 Para os ensaios de rotina, devem ser indicados os resultados de calibração dos medidores aprovados.

Anexo A (normativo)

Aparelhagem para realização dos ensaios

A.1 Bancada de ensaio de calibração

A.1.1 Geral

Deve ser projetada e construída de forma que seu desempenho seja satisfatório. O princípio da bancada de ensaio pode ser volumétrico, gravimétrico ou medidor-padrão, podendo seus procedimentos ser automatizados ou assistidos por processadores eletrônicos.

NOTA - No caso de ensaios de medidores em série, a bancada deve preservar as características individuais de cada medidor, não podendo haver interferência entre eles. Deve ser garantida a pressão mínima suficiente na saída de cada medidor, para evitar o efeito da cavitação.

A.1.1.1 Deve receber alimentação direta por um sistema de recalque e/ou por reservatório de nível constante. É recomendável o uso de reservatório de nível constante para as vazões entre q_{min} e q_t , inclusive.

A.1.1.2 A alimentação da bancada deve ser suficientemente estável, de modo que durante os ensaios a variação da vazão seja inferior a 5% na faixa da vazão de sobrecarga e transição, inclusive, e 2,5% entre a vazão mínima e transição, exclusive.

A.1.1.3 Deve ser instalada de maneira que os medidores em ensaio estejam no seu plano de trabalho e os reservatórios calibrados na mesma posição em que foram aferidos.

A.1.2 Bancada volumétrica

A.1.2.1 A bancada de ensaios pode ser construída com um ou mais reservatórios calibrados, cada um deles dotado de escala graduada indicativa de volume, bem como válvula de descarga.

A.1.2.2 O reservatório calibrado deve ser construído de tal forma que no enchimento o ar seja evacuado e no esvaziamento o líquido escoar completamente.

A.1.2.3 Na escala graduada de leitura, a resolução deve representar um volume equivalente, inferior ou igual a 0,5% do volume escoado. O valor do intervalo da escala de verificação do reservatório, expresso em litros, deve ser da forma 1×10^n , 2×10^n ou 5×10^n , onde n é um número inteiro.

NOTA - Caso a leitura da escala do reservatório não seja direta, o método utilizado deve garantir uma resolução inferior ou igual a 0,5% do volume escoado.

A.1.2.4 O erro máximo admissível, para o reservatório calibrado, é de 0,2% de seu volume total.

A.1.3 Bancada gravimétrica

A.1.3.1 A bancada gravimétrica deve possuir balança para pesagem da massa de água deslocada através dos medidores, e deve obedecer a A.1.1.

A.1.3.2 A massa medida deve ser convertida em volume de acordo com a massa específica da água em função da temperatura.

A.1.3.3 A resolução da balança deve ser igual ou superior a 0,5% da grandeza medida. O erro máximo admissível da balança é de 0,2%.

A.1.4 Balança com medidor-padrão

A.1.4.1 Pode-se utilizar para determinação do volume escoado um medidor-padrão, desde que seja garantida a resolução/erro máximo citada em A.1.2.3 e A.1.2.4 e que o mesmo tenha sido certificado e seja aferido periodicamente.

A.1.4.2 Caso o medidor-padrão empregado determine diretamente a massa escoada, o volume escoado deve ser determinado de acordo com a massa específica da água em função da sua temperatura, e com exatidão compatível com a do medidor-padrão.

A.2 Bancada de ensaio de perda de carga

A.2.1 As extremidades da bancada de ensaio, para a determinação da perda de carga, devem ser construídas com tubos retos, obedecendo à relação $L > 15 D$, $L_1 > 10 D$ e $L_2 > 5 D$, onde L_1 e L_2 são os comprimentos dos tubos a montante e a jusante, respectivamente, dos pontos extremos de tomada de pressão na seção de medição, L é o comprimento total e D é o diâmetro da tubulação (conforme a figura A.1).

A.2.2 As tubulações a montante e a jusante do medidor devem ter o mesmo diâmetro interno de suas conexões e obedecer ao tipo de bancada utilizada.

A.2.3 Na determinação da perda de carga do medidor, deve ser descontada a perda de carga dos trechos retos entre as tomadas de pressão da entrada e da saída do medidor.

A.3 Manômetro

O erro máximo admissível para manômetros de pressão estática e diferencial é de 5% da pressão indicada.

A.4 Medidor de vazão

O erro máximo admissível para a medição da vazão é de 2% da vazão medida.

A.5 Termômetro

A resolução deve ser maior ou igual a 1°C.

A.6 Cronômetro

A resolução deve ser maior ou igual a 0,2 s.

A.7 Paquímetro

A resolução deve ser maior ou igual a 0,05 mm.

A.8 Equipamento para ensaio de estanqueidade

A.8.1 O equipamento para ensaio de estanqueidade deve ser dotado de dispositivo de fechamento do medidor, alimentação com água e dispositivos de purga.

A.8.2 A pressão hidrostática deve ser controlada com manômetro de fundo de escala da ordem de duas vezes a pressão nominal do medidor ou outro dispositivo de controle adequado ao ensaio.

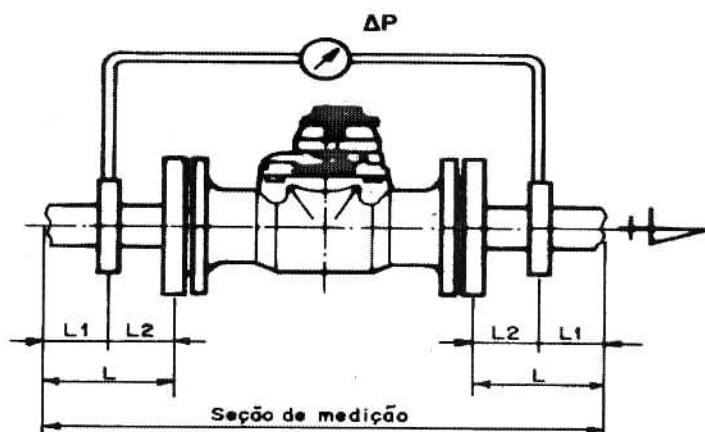


Figura A.1 - Esquema do dispositivo de medição de perda de carga

/ANEXO B

Anexo B (informativo)

Condições de instalação

B.1 Neste anexo são indicadas recomendações práticas para a instalação dos medidores de água considerados nesta Norma, a fim de facilitar seu funcionamento, manutenção e leitura.

B.2 Para que sejam melhor aproveitadas as características de qualidade dos aparelhos, a instalação deve respeitar as condições estabelecidas nesta Norma, em especial o referente à sua horizontalidade.

B.3 O medidor deve ser instalado em lugar de fácil acesso, para permitir as operações de leitura, manutenção, substituição ou remoção direta, sem necessidade de utilizar acessórios ou provocar rupturas no local de alojamento.

B.4 Pelo menos uma peça de conexão do medidor, de preferência a de entrada, deve ser provida de lacre, de modo a evitar as possibilidades de fraude por inversão do aparelho.

B.5 No caso de instalações sob o piso, a câmara de alojamento do medidor, sua moldura e tampa devem possuir resistência física adequada ao trânsito local.

B.6 A caixa ou câmara de alojamento deve permitir a drenagem de água que nela penetre, a fim de evitar o alagamento.

B.7 O alinhamento das conexões deve ser feito com cuidado para evitar esforços não uniformes que possam ocasionar vazamentos prematuros.

B.8 Antes da instalação do conjunto filtro/medidor, deve ser escoado um volume de água para eliminar as partículas sólidas.

B.9 Se, por imprudência, o medidor fizer parte da instalação de aterramento elétrico, deve ser conectado um condutor elétrico em derivação e de forma permanente ao medidor e seus acessórios, para reduzir os riscos do pessoal que opera o aparelho.

B.10 Deve ser evitada a instalação de medidores em locais onde sejam previsíveis variações bruscas das condições hidráulicas, tais como: cavitação, golpe de ariete, turbulência ou outras.

B.11 Para que sejam garantidas as características metrológicas dos medidores, devem ser respeitadas as distâncias mínimas a montante, quando da existência de toda e qualquer singularidade, de acordo com a tabela B.1.

Tabela B.1 - Distâncias mínimas

Tipo de singularidade	Medidor vertical ^{*)}	Medidor axial ^{*)}
Cone convergente	Zero	Zero
Filtro		
Curva	2 D	12 D
Tê		
Bomba centrífuga		
Válvula de retenção	2 D	15 D
Cone divergente		
2 curvas		
Tê e curva	3 D	20 D
^{**) Válvula reguladora de vazão}		

^{*)} D é o diâmetro interno da tubulação.

^{**) Se totalmente aberta, não necessita de distância para estabilizar o fluxo.}

NOTAS

1 Poderá ser utilizado retificador/estabilizador de fluxo para diminuir estas distâncias.

2 Os valores poderão ser alterados, dependendo das especificações do fabricante e condições de escoamento.

Anexo C (informativo)
Requisitos a verificar

Seqüência	Requisitos a verificar	Referência		Itens de verificação		
		Itens	Ensaio	Inspeção em fábrica	Inspeção de recebimento	Aprovação de modelo
01	Visual	4.3/4.6/4.7 4.8/6	7.2.1	x	x	x
02	Dimensional	4.10	7.2.2	x	x	x
03	Hidrostático	-	7.2.3	x	x	x
04	Verificação dos erros percentuais	5.1.1 5.1.2	7.2.4	x	x	x
05	Desgaste acelerado		7.2.5			x
06	Verificação dos erros percentuais após desgaste acelerado	5.1.3	7.2.6			x
07	Perda de carga	5.2	7.2.7			x
08	Contrafluxo	5.3	7.2.8			x
09	Faixa de regulação	4.4	7.2.9			x



Medidor velocimétrico para água fria, de 15 m³/h até 1500 m³/h de vazão nominal

ERRATA 1

Esta Errata 1 da NBR 14005:1997 foi elaborada pelo Comitê Brasileiro de *Máquinas e Equipamentos Mecânicos* (ABNT/CB-04), Comissão de Estudo de *Instrumentos de Medição de Fluidos* (CE-04:005.10).

Página 4, Tabela 4, 2ª coluna, Diâmetro nominal (DN)

Substituir "80" por "75/80".

Página 5, subseção 4.8.6, NOTA

Substituir a NOTA pela seguinte:

"NOTA – Para diâmetro nominal de 65 aplicam-se as características do diâmetro nominal de 70 da NBR 7669 ou NBR 7675."

Página 5, Tabela 5, 1ª coluna, Diâmetro nominal

Substituir "80" por "75/80".

Página 6, Tabela 6, 1ª coluna,

Substituir "80" por "75/80".

Página 6, Tabela 7, 5ª coluna, Diâmetro nominal (DN)

Substituir "80" por "75/80".