



I-018 – REGIME DE VAZÕES EM RAMAIS DE ALIMENTAÇÃO EM PRÉDIOS DE APARTAMENTOS COM MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE CONSUMO

Wandenir Hilmar Dominiqueli⁽¹⁾

Tecnólogo em construção civil pela Fatec/SP (1982). Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia São Paulo (1995). Mestre em Habitação pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (2007). Coordenador de Obras da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo.

Douglas Barreto⁽²⁾

Tecnólogo em construção civil pela Fatec/SP (1983). M.Sc. in Building Services Engineering pela Heriot-Watt University Edimburgo/Escócia (1990). Doutor em Estruturas Ambientais Urbanas na FAUUSP (1999). Pesquisador do Laboratório de Instalações Prediais do Centro Tecnológico do Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Silvio Barbini, 632 - Apartamento 32 - Bloco C - Itaquera – São Paulo - SP - CEP: 08250-650 - Brasil - Tel: (11) 2286-2314 - e-mail: wdominiqueli@terra.com.br. ⁽²⁾ Rua Flor de Seda, 490 – Vargem Grande Paulista – SP - CEP: 06730-000 - Brasil - Tel: (11) 4158 - 4160- e-mail: dougbarr@ipt.br

RESUMO

Esse artigo apresenta um estudo sobre o regime de vazões em ramais de medição individualizada por meio da análise do monitoramento do perfil de consumo em apartamentos residenciais para a escolha mais adequada dos hidrômetros. Nele são analisados os principais aspectos que devem ser considerados na escolha do hidrômetro e sua adequação ao perfil de consumo, tendo em vista as características inerentes ao seu funcionamento e as vazões monitoradas.

PALAVRAS-CHAVE: Regime de vazões, Hidrômetros, Monitoramento de consumo, Perfil de consumo.

INTRODUÇÃO

Os projetos de instalações prediais devem buscar a máxima eficiência possível no uso da água e energia utilizadas, reduzindo seus consumos a valores mínimos necessários e suficientes para o adequado funcionamento das instalações e satisfação das necessidades do usuário. Segundo a norma ABNT-NBR 5626 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998), a vazão de projeto no ponto de suprimento ou de utilização deve corresponder ao maior valor de vazão esperado para o ponto. Em geral a determinação desses valores constitui um grande desafio para o projetista.

Por razões de economia e para não incorrer em superdimensionamento é usual estabelecer a demanda simultânea para dimensionamento dos ramais de alimentação abaixo dos valores máximos possíveis.

Segundo Rocha (1998), os projetos ainda são desenvolvidos com a utilização de dados característicos de consumo ou caracterizações feitas em alguns países do hemisfério Norte, os quais nem sempre podem representar os hábitos de consumo brasileiros, uma vez que o consumo varia também segundo aspectos culturais, clima e outros fatores.

No Brasil, há grande carência de estudos e trabalhos sobre hábitos de consumo residencial regionalizados. Mesmo os dados inferidos de pesquisas brasileiras, como os obtidos pela Sabesp em 1983, Azevedo Netto e Mello, 1988 e Macintyre, 1982, coligidos por Tomaz (2000), devem ser utilizados com bastante prudência.

Assim, o monitoramento do perfil de consumo constitui um modo adequado para estabelecer as demandas de água a serem consideradas no dimensionamento de medidores e tubulações do projeto de instalações prediais.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar o regime de vazões nos ramais de alimentação nas unidades habitacionais a partir do monitoramento do perfil de consumo e da determinação do regime de vazões monitoradas em ramais de medição individualizada que permitam a escolha mais adequada de hidrômetros a serem utilizados.



METODOLOGIA

Para a consecução dos objetivos da pesquisa foi adotada a metodologia composta das seguintes atividades: definição de hidrômetros para medição individualizada; monitoramento do consumo de 35 apartamentos para determinação dos perfis de consumo; análise do regime de vazões dos hidrômetros supondo que o escoamento tivesse ocorrido nos hidrômetros de vazão máxima de 1,5 e 3.0 m³/h das classes A, B e C.

VAZÕES CARACTERÍSTICAS DE HIDRÔMETROS

A medição do volume de certa quantidade de água pode ser feita diretamente colocando-se em um reservatório de volume determinado previamente, e indiretamente quando a vazão e o volume são obtidos por inferência ou pela determinação de outras grandezas variáveis com a passagem do fluxo da água. No segundo caso, na medição do consumo residencial onde as medições ocorrem em condutos forçados, em geral são empregados os hidrômetros mecânicos velocimétricos.

Nesse tipo de hidrômetro a medição do volume é obtida pela correlação entre o número de revoluções da turbina e o volume de água que atravessa o hidrômetro e por essa razão são ditos também medidores inferenciais.

O funcionamento de um hidrômetro é definido por suas vazões características, mas a vazão máxima de um hidrômetro não pode ser entendida como definidora da capacidade do hidrômetro. Define-se como vazão máxima (Q_{máx}) a maior vazão admissível com a qual ele pode operar por um curto espaço de tempo e com perda de carga máxima de 10 mca, conforme estabelece a norma ABNT-NBR 5626 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998). A vazão nominal (Q_n) corresponde a 50% da vazão máxima e é aceita como a vazão de trabalho; é a vazão que, juntamente com a vazão máxima, caracteriza o hidrômetro e na qual não deve apresentar desgastes nem ter o seu desempenho afetado pelo erro de medição.

A vazão mínima (Q_{mín}) é a menor vazão a partir da qual o hidrômetro deve registrar consumos com erros máximos admissíveis pela norma vigente. A faixa de vazão entre a menor vazão capaz de vencer as forças de inércia (início de movimento) e a vazão mínima está situada fora dos erros tolerados, ou seja, o hidrômetro não registra toda a água que passa por ele, indicando volumes menores que os reais.

A vazão de transição (Q_t) ou vazão separadora é aquela que separa o campo inferior de medição onde os erros admissíveis podem chegar a $\pm 5\%$, do campo superior onde os erros estão limitados a $\pm 2\%$.

ERROS DE MEDIÇÃO EM HIDRÔMETROS

Volumes predefinidos e escoados com diferentes vazões em um determinado hidrômetro apresentam indicações de volumes diferentes. Esses erros são de maior monta quando a medição ocorre a baixas vazões e sofrem a influência de outras variáveis tais como: o tempo de uso, o volume totalizado, a qualidade da água que passou pelo hidrômetro e a frequência de trabalho em valores máximos de vazão.

A Figura 1 apresenta uma curva de erro típica de um hidrômetro e os limites de erros admissíveis estabelecidos pela Portaria nº 246 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO (2000). Estão indicados também os limites dos campos de medição que são definidos pelas vazões características dos medidores.

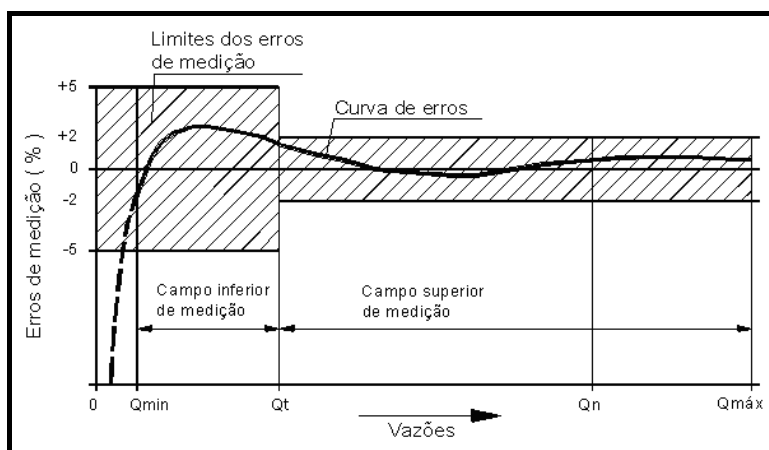


Figura 1 - Curva de erros típica de um hidrômetro e os limites dos erros admissíveis. Fonte: Elaborado a partir de Alves et al. (2004a).

CLASSES METROLÓGICAS

Os hidrômetros são classificados pela sua classe metrológica. A classe metrológica decorre da propriedade dos hidrômetros indicarem medições com erros de maneira inversa às vazões, ou seja, os erros são mais elevados quanto menores forem as vazões medidas, segundo as curvas típicas de cada hidrômetro. Assim, hidrômetros de mesma vazão nominal têm vazões mínimas ($Q_{mín}$) e de transição (Q_t), decrescentes da classe A para a classe C, para os mesmos erros máximos admissíveis. Portanto, para uma mesma vazão nominal, um hidrômetro de classe A tem $Q_{mín}$ e Q_t maiores que um da classe B e este, maiores que um da classe C.

A tabela 1 apresenta as vazões características dos hidrômetros de baixa vazão, das classes A, B e C, de acordo com a sua vazão nominal.

Tabela 1 – Vazões características de hidrômetros de baixa vazão, segundo a classe e vazão nominal.

CLASSE	VAZÕES	VAZÃO NOMINAL DO MEDIDOR - Q_n (m ³ /h)								
		0,6	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5	5	10	15
A (4%)	$Q_{mín}$ (L/h)	24	30	40	40 ^(*)	100	140	200	400	600
	Q_t (L/h)	60	75	100	150	250	350	500	1000	1500
B (2%)	$Q_{mín}$ (L/h)	12	15	20	30	50	70	100	200	300
	Q_t (L/h)	48	60	80	120	200	20	400	800	1200
C (1%)	$Q_{mín}$ (L/h)	6	7,5	10	15	25	35	50	100	150
	Q_t (L/h)	9	11	15	22,5	37,5	52,5	75	150	225

(*) A norma ABNT-NBR NM 212/99 (Norma ABNT/Mercosul) indica como vazão mínima de hidrômetros de vazão nominal 1,5 m³/h, Classe A o valor 60 L/h, especificação igual à expressa nas normas ISO 4064. No entanto, é feita uma observação no capítulo de introdução da Norma ressaltando que no Brasil a vazão mínima desse medidor é historicamente de 40 L/h. Fonte: Elaborado a partir de Alves et al. (2004a), p 23; RECH (1999), p45.

Observa-se que existe uma relação entre (Q_n), ($Q_{mín}$) e as classes metrológicas, onde para a classe A, ($Q_{mín}$) corresponde a 4% de (Q_n), e para as classes B e C, respectivamente 2% e 1%. A exceção ocorre somente no medidor de 1,5 m³/h de vazão nominal, conforme citado na própria tabela.

DEFINIÇÃO DE HIDRÔMETROS PARA A MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

A escolha de um hidrômetro não deve considerar apenas o diâmetro do ramal predial onde vai ser instalado. Para uma adequada escolha, Rech (1999) propõe a utilização das vazões de trabalho proporcionadas pelo perfil de consumo da unidade, associadas às vazões mínimas e máximas suportadas pelo hidrômetro, para evitar desgaste excessivo ou ocorrência de erro fora das tolerâncias da norma.

Para isso define vazão inferior de trabalho (Q_{it}) como o limite inferior da faixa ideal de trabalho e correspondente a 1,2 vezes a vazão de transição ($1,2 Q_t$), para que o hidrômetro se mantenha no campo superior de medição. Limitando superiormente a faixa, o autor citado define vazão superior de trabalho (Q_{st}) como a maior vazão que o hidrômetro pode trabalhar, correspondendo a 0,25 da vazão máxima (0,25 $Q_{máx}$) ou 0,50 da vazão nominal (0,50 Q_n), evitando-se os inconvenientes apontados.

A faixa de trabalho limitada pelas duas vazões acima é definida com base em experiências práticas e corresponde a todas as vazões com as quais o hidrômetro pode trabalhar de maneira contínua, sem sofrer danos e nas melhores condições possíveis. Na escolha do hidrômetro deve-se observar ainda a perda de carga, ou seja, a perda de pressão que ocorre em razão da presença do medidor na instalação. Cada hidrômetro apresenta uma curva característica dessas perdas, que estão relacionadas à vazão máxima e às vazões de escoamento. A Portaria nº 246 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO (2000) limita essa perda em 10 mca.

A Figura 2 apresenta as vazões e faixas de trabalho e suas relações com os erros máximos admissíveis e as perdas de cargas características.

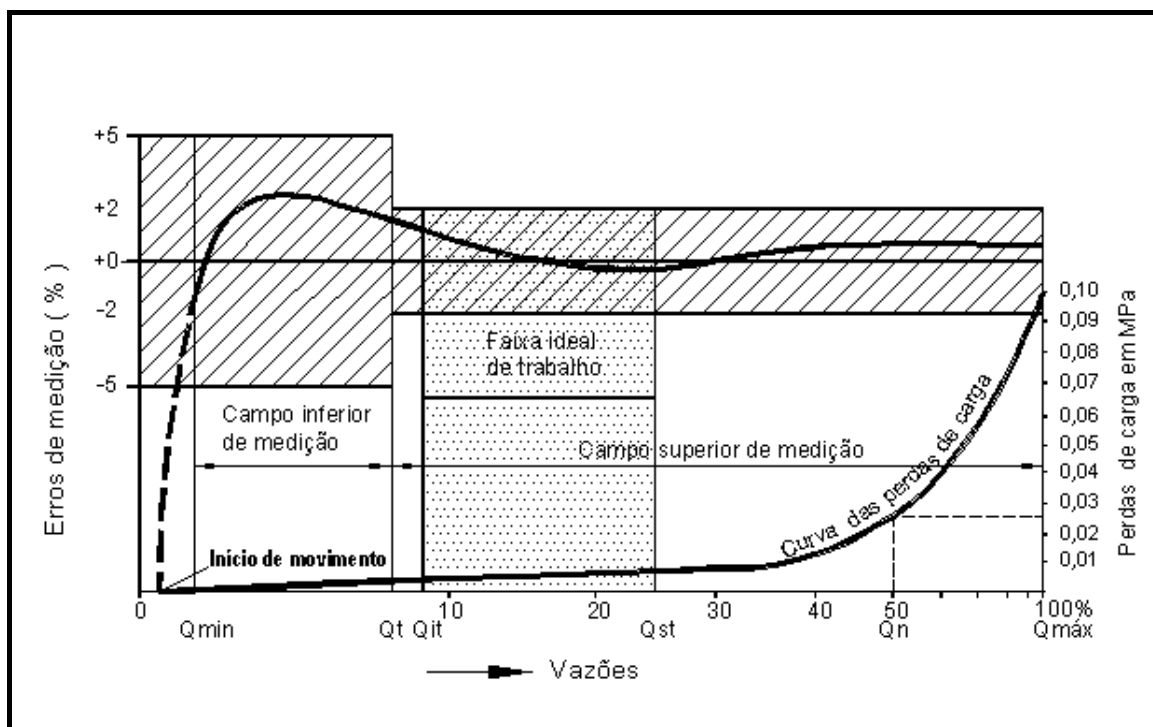


Figura 2- Faixa ideal de trabalho do hidrômetro e as relações com a curva de erros de medição e curva de perda de carga. Fonte: Elaborado a partir de RECH (1999)

MONITORAÇÃO DO CONSUMO NOS CONJUNTOS HABITACIONAIS

Para o monitoramento das unidades habitacionais foi escolhido o C. H. Tiradentes, localizado na Av. Souza Ramos, 345 – Cidade Tiradentes – na periferia do município de São Paulo, distante aproximadamente 30 km do centro da cidade de São Paulo. Esse conjunto habitacional de interesse social (HIS) é composto por 5 blocos com 20 apartamento cada, totalizando 100 unidades habitacionais, cada uma contendo: dois



dormitórios, sala, cozinha, banheiro e área de serviço, com área útil de piso de 37,81 m² e área construída de 45,46 m², não incluídas as áreas comuns da escada.

As instalações hidráulicas de água fria derivam das prumadas situadas no *shaft* e atendem a pia da cozinha, o tanque localizado na área de serviço e o banheiro, composto de lavatório, chuveiro e bacia sanitária com caixa de descarga acoplada.

O monitoramento do perfil de consumo dos apartamentos foi obtido com a utilização de hidrômetros digitais de 3,00 m³/h de vazão máxima, Classe C, dotados de sensores eletrônicos e microprocessadores com funções de totalização de consumo e vazão instantânea. A aquisição e armazenamento dos dados gerados pelos hidrômetros foram feitos por meio de uma interface com padrão de comunicação *M-Bus* (*Meter-Bus*) – RS-232, que disponibiliza as informações a um programa de controle por meio de uma rede ramificada de cabos a uma central de gerenciamento composta por um Computador *Pentium III* de 550 MHz, com 256 Mb de memória RAM, disco rígido de 40 Gb e sistema operacional *Windows XP Professional*, dotado de porta serial RS-232 e porta USB. A figura 3 apresenta a disposição esquemática do sistema acima descrito, utilizado para o monitoramento.

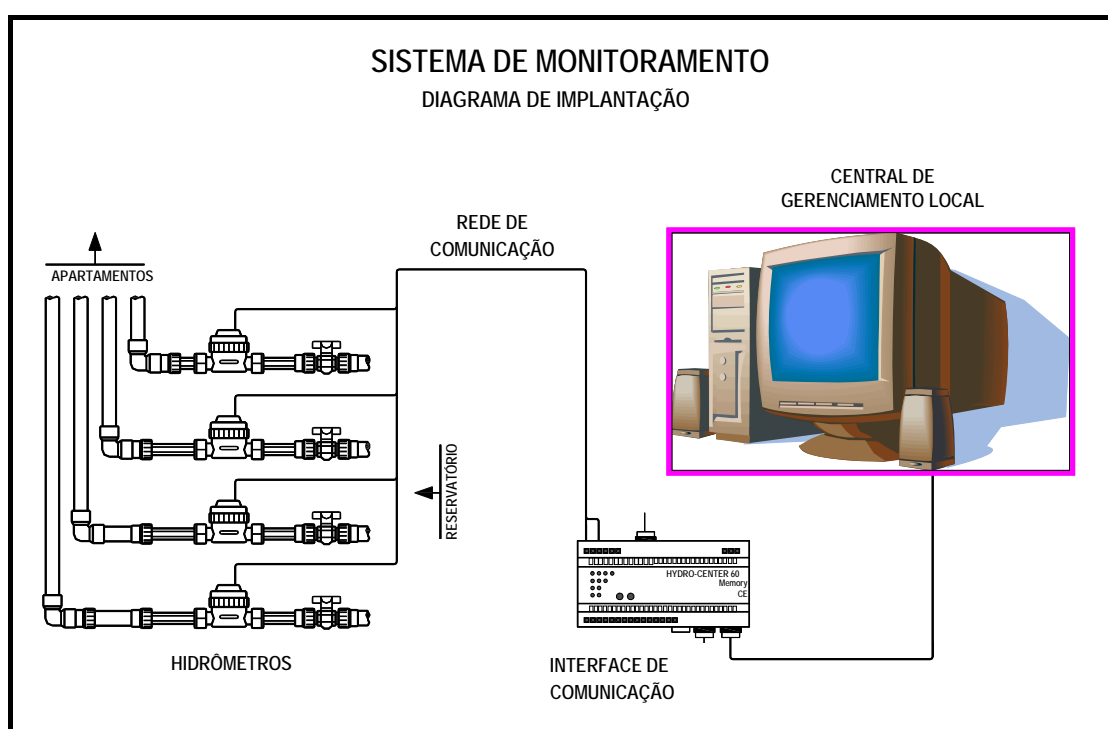


Figura 3 – Disposição esquemática do sistema de monitoramento utilizado na obtenção do perfil de consumo dos apartamentos.

O registro das informações em tempo real foi obtido por meio do aplicativo Sistema *Hidrobús*, constituído de dois programas principais: o *Hidrobús* que realiza a comunicação com os hidrômetros, e o *Hidro Manager*, que faz a configuração, o gerenciamento e apresentação das leituras obtidas pelo programa.

Para cada apartamento foram obtidos as leituras de vazão instantânea e os volumes acumulados durante 24 horas por dia, por 14 dias. Assim, o sistema permaneceu registrando os dados até que fossem completadas duas semanas, ou seja, duas segundas-feiras, duas terças-feiras etc. Convenientemente configurado, o sistema permitiu o registro de três leituras por minuto, isto é um registro a cada vinte segundos em média, para cada unidade monitorada.

Os apartamentos monitorados foram escolhidos a partir dos dados obtidos no acompanhamento prévio do consumo individual mensal realizado no período de agosto de 2005 a julho de 2006, por meio de leitura direta dos hidrômetros individuais existentes.



RESULTADOS

Com as informações obtidas foram analisados os regimes das vazões supondo que os volumes medidos pelos hidrômetros instrumentados tivessem escoado pelos hidrômetros classes A, B e C de 1,50 e 3,00 m³/h de vazão máxima, durante os 14 dias em que permaneceram registrando os valores do consumo. Foram desprezados os erros reais da indicação dos hidrômetros classe A e B e do hidrômetro de 1,5 m³/h da classe C, caso o escoamento tivesse ocorrido através deles. A escolha desses hidrômetros está embasada no fato de serem os mais adequados para as vazões de cálculos preconizadas pela norma ABNT-NBR 5626 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998) e critérios sugeridos por Rech (1999).

Assim, foram totalizados os volumes médios escoados e os respectivos tempos médios de permanência para cada faixa de vazão característica e classe metrológica dos hidrômetros.

Para a análise comparativa dos regimes de escoamento dos hidrômetros, foram elaboradas: a tabela 2 que apresenta os percentuais dos tempos médios de permanência acumulados e a tabela 3 com os percentuais dos volumes médios escoados acumulados para cada faixa de vazão característica para os hidrômetros de 1,5 e 3,00 m³/h de vazão máxima, das classes A, B e C. Nelas são destacadas as duas faixas de vazão de compõem a faixa ideal de trabalho.

Tabela 2 – Tempos médios de permanência acumulados, por faixa de vazão, para os hidrômetros classes A, B e C de Q_{máx.} de 1,50 e 3,00 m³/h

CAMPOS DE MEDIÇÃO	ERROS ADMIS-SÍVEIS	FAIXAS DE VAZÃO CARACTERÍSTICAS	TEMPO DE PERMANÊNCIA ACUMULADO (%)					
			1,50 m³/h			3,00 m³/h		
			A	B	C	A	B	C
	INDETER-MINADO	Q = 0 (PARADO)	53,23	53,23	53,23	53,23	53,23	53,23
		0 < Q < Qmín	93,39	88,72	83,61	93,92	93,39	88,72
CAMPO INFERIOR	± 5%	Qmín < Q < Qt	94,90	94,54	86,86	96,59	95,87	92,08
CAMPO SUPERIOR	± 2%	Qt < Q < 1,2Qt	95,23	94,83	87,91	97,30	96,44	93,04
		1,2Qt <Q < 0,12Qmáx	97,31	97,31	97,31	99,00	99,00	99,00
		0,12Qmáx < Q < 0,25Qmáx	99,06	99,06	99,06	99,81	99,81	99,81
		0,25Qmáx < Q < 0,36Qmáx	99,51	99,51	99,51	99,95	99,95	99,95
		0,36Qmáx < Q < 0,50 Qmáx	99,81	99,81	99,81	99,98	99,98	99,98
		0,50Qmáx < Q < 0,60Qmáx	99,91	99,91	99,91	99,99	99,99	99,99
		0,60Qmáx < Q < 0,75Qmáx	99,97	99,97	99,97	100,00	100,00	100,00
		0,75Qmáx < Q < Qmáx	99,99	99,99	99,99	100,00	100,00	100,00
		> Qmáx	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
		FAIXA IDEAL DE TRABALHO						

A análise da tabela 2 indica que em mais de 99% do tempo os hidrômetros operam em vazões abaixo de 0,25 Q_{máx}, permanecendo parados aproximadamente 53% do tempo.



Tabela 3 – Volumes médios escoados acumulados, por faixa de vazão, para os hidrômetros classes A, B e C de Q_{\max} 1,50 e 3,00 m^3/h .

CAMPOS DE MEDIÇÃO			ERROS ADMIS-SÍVEIS			FAIXAS DE VAZÃO CARACTERÍSTICAS			VOLUME ESCOADO ACUMULADO (%)						
									1,50 m³/h			3,00 m³/h			
									A	B	C	A	B	C	
	INDETER-MINADO	Q = 0 (PARADO)				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
		0 < Q < Qmín				13,75	7,81	4,45	14,89	13,75	7,81				
CAMPO INFERIOR		± 5%	Qmín < Q < Qt				18,32	16,79	6,29	30,34	24,23	11,68			
CAMPO SUPERIOR	± 2%	Qt < Q < 1,2Qt				20,01	18,00	7,09	37,68	28,92	13,14				
		1,2Qt < Q < 0,12Qmáx				37,68	37,68	37,68	63,45	63,45	63,45				
		0,12Qmáx < Q < 0,25Qmáx				64,77	64,77	64,77	89,15	89,15	89,15				
		0,25Qmáx < Q < 0,36Qmáx				77,49	77,49	77,49	96,89	96,89	96,89				
		0,36Qmáx < Q < 0,50Qmáx				89,16	89,16	89,16	99,10	99,10	99,10				
		0,50Qmáx < Q < 0,60Qmáx				94,04	94,04	94,04	99,73	99,73	99,73				
		0,60Qmáx < Q < 0,75Qmáx				97,67	97,67	97,67	100,00	100,00	100,00				
		0,75Qmáx < Q < Qmáx				99,35	99,35	99,35	100,00	100,00	100,00				
		> Qmáx ⁽¹⁾				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00				
			- FAIXA IDEAL DE TRABALHO												

⁽¹⁾ Os percentuais dos volumes acima de Q_{\max} registrados nas três classes para o hidrômetro de 1,50 m^3/h indicam a ocorrência de vazões de sobrecarga.

Na tabela 3 pode-se verificar que os hidrômetros de 1,50 m^3/h das classes A, B e C escoam volumes menores nas faixas de vazão abaixo de Q_{\min} , se comparados aos de 3,00 m^3/h de mesmas classes. Por outro lado, temos para os hidrômetros de 1,50 m^3/h escoamento em faixas superiores a Q_n (aproximadamente 11% do volume total) nos quais as altas velocidades provocam maior desgaste. Verifica-se, ainda, a ocorrência de pequenas vazões de sobrecarga, ou seja, acima da capacidade máxima dos hidrômetros (0,65% do volume escoado).

Para os hidrômetros de 3,00 m^3/h , os volumes escoados estão na quase totalidade, situados abaixo de 0,50 Q_{\max} , funcionando em regime de baixas velocidades, portanto sujeitos a um menor desgaste, permitindo o aumento do período das manutenções.

O gráfico da figura 4 apresenta o regime de vazões para o hidrômetro de Q_{\max} 3,00 m^3/h , da classe B, elaborado a partir dos tempos médios de permanência e volumes médios escoados, bem como as curvas dos respectivos valores acumulados.

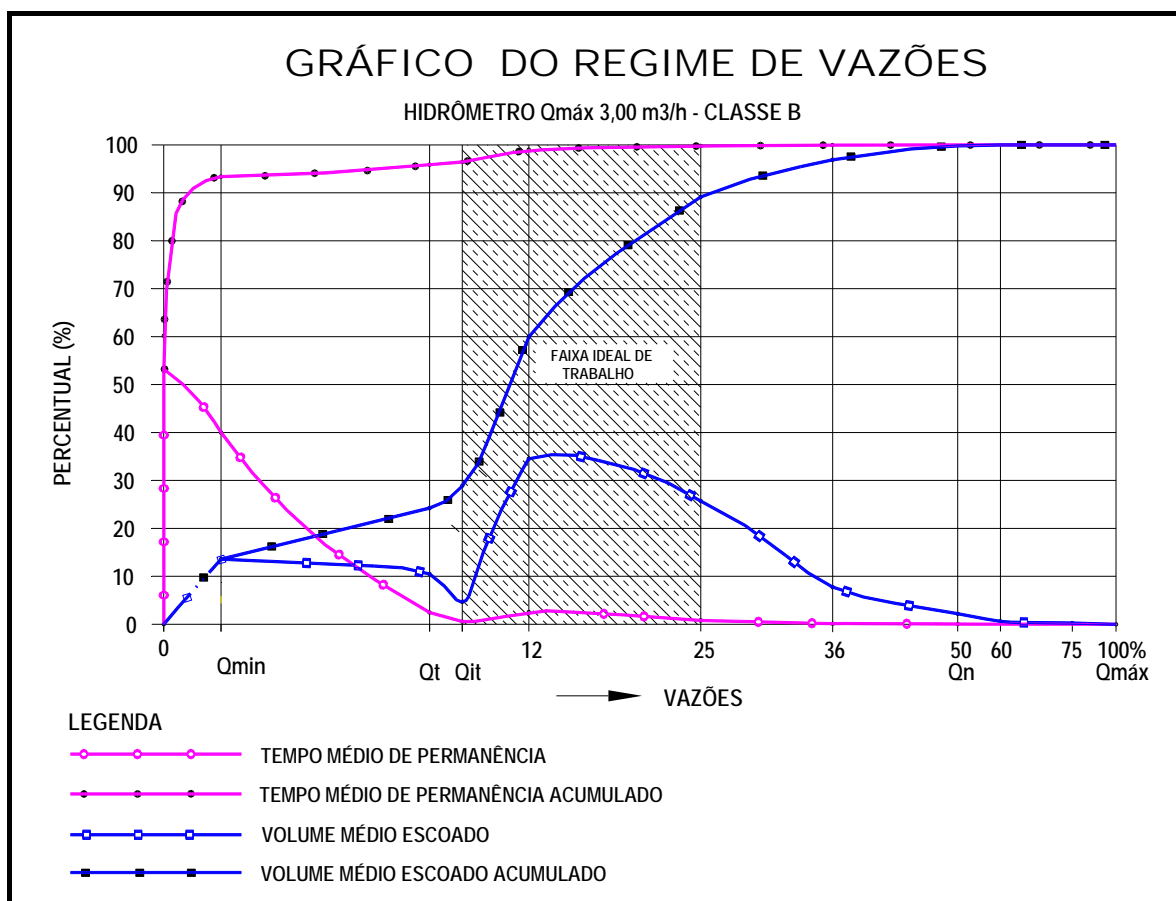


Figura 4 – Gráfico do regime de vazões para o hidrômetro de Q_{máx} 3,00 m³/h, classe B.

Pelos dados do monitoramento verifica-se que esse hidrômetro permanece parado durante 53,23% do tempo. O escoamento abaixo do limite mínimo (Q_{mín}) e, portanto, sujeito a indicações com erro indeterminado corresponde a 13,75%, e perfaz um tempo de permanência acumulado de 93,39%. Os volumes escoados até a vazão de transição (Q_t), em que as indicações de erro são de $\pm 5\%$, totalizam 24,23% no período de tempo acumulado de 95,87%. O escoamento acima da vazão de transição (Q_t), na qual os erros de indicação são de $\pm 2\%$, totalizam 75,77% do volume escoado durante somente 4,13% do tempo. Outro aspecto a ser destacado é o pequeno escoamento acima da faixa que corresponde a 50% da vazão máxima, indicando que o hidrômetro não fica submetido a altas velocidades e, portanto, é adequado a esse perfil de consumo.

Os gráficos das figuras 5 a 7, a seguir, apresentam os percentuais dos volumes escoados segundo as faixas características dos hidrômetros das classes A, B e C respectivamente, nos quais encontram-se delimitadas as faixas ideais de trabalho que permitem a comparação entre os hidrômetros de Q_{máx} 1,50 e 3,00 m³/h.

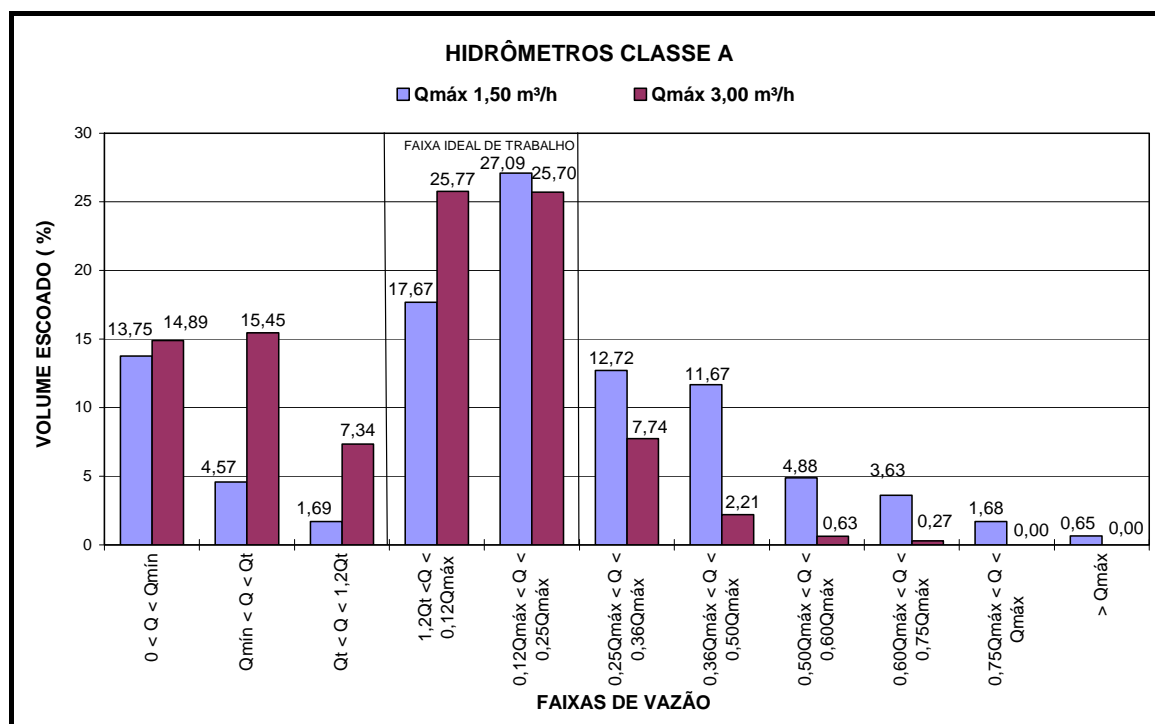


Figura 5 – Percentual dos volumes escoados nos hidrômetros Classe A com vazões máximas de 1,50 e 3,00 m³/h.

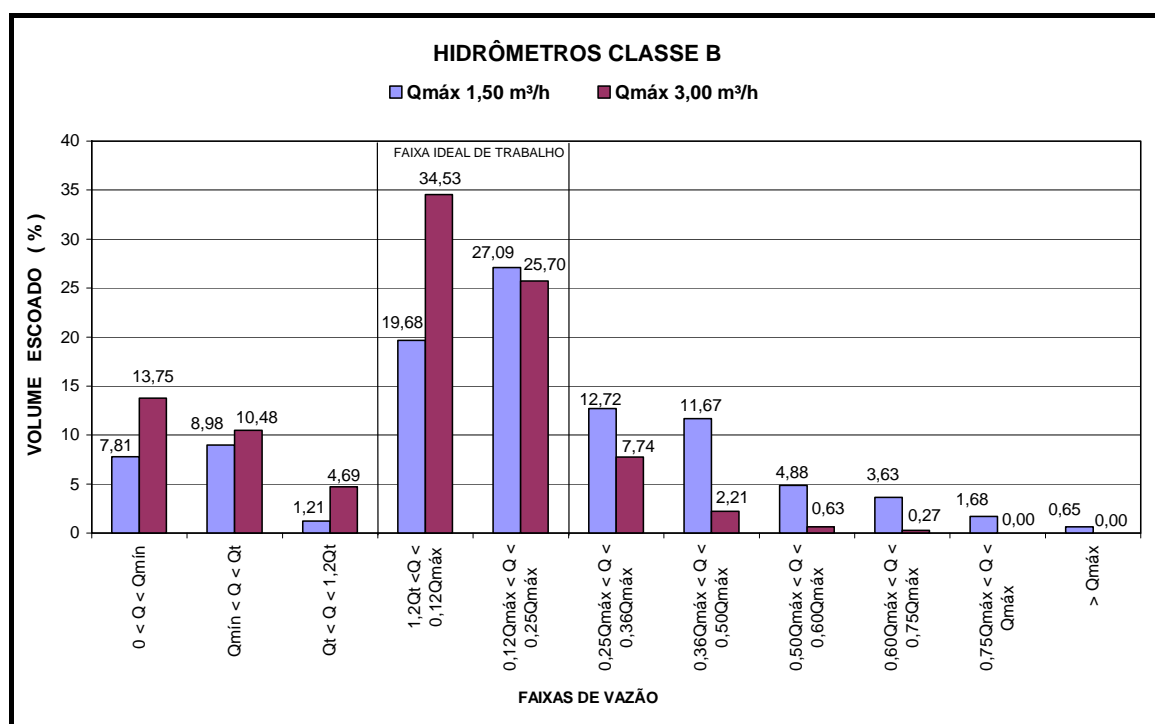


Figura 6 – Percentual dos volumes escoados nos hidrômetros Classe B com vazões máximas de 1,50 e 3,00 m³/h.

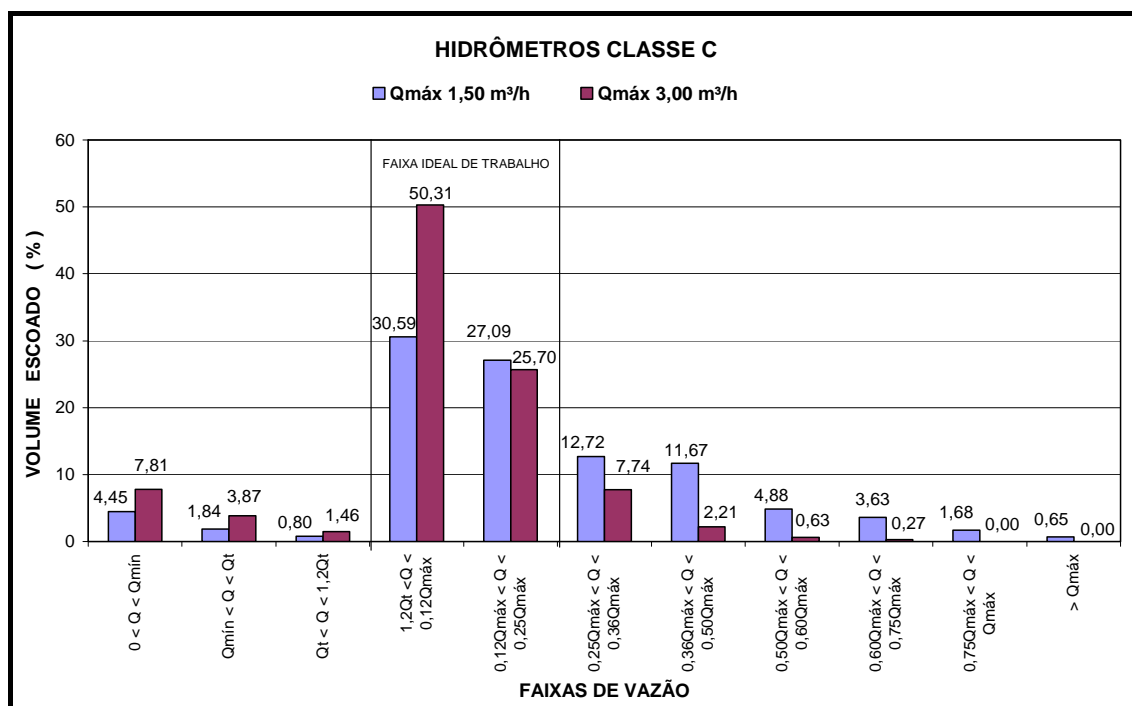


Figura 7 – Percentual dos volumes escoados nos hidrômetros Classe C com vazões máximas de 1,50 e 3,00 m³/h.

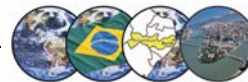
Observa-se, na figura 5, que para os hidrômetros classe A de 1,50 m³/h, o escoamento abaixo da vazão mínima, no qual os erros são indeterminados, é pouco menor que aquele apresentado pelos hidrômetros de 3,00 m³/h. Essa vantagem se acentua quando analisamos a faixa entre a vazão mínima e a vazão de transição, porém, na faixa ideal de trabalho, o maior volume escoado ocorre nos hidrômetros de 3,00 m³/h. A partir da faixa ideal de trabalho as vazões decrescem para os hidrômetros de 3,00 m³/h, enquanto que para os hidrômetros de 1,50 m³/h, há escoamento na região de altas velocidades e ocorrência de vazões de sobrecarga.

Os hidrômetros da classe B, figura 6, apresentam comportamento semelhante aos da classe A. Porém, verifica-se um melhor desempenho relativo nas baixas vazões e nas correspondentes à faixa ideal de trabalho que favorecem a diminuição dos erros totais de medição.

Os hidrômetros da classe C, figura 7, de 1,50 e 3,00 m³/h de vazão máxima apresentam desempenhos semelhantes, com menores indicações de volumes nas faixas de vazões inferiores à faixa ideal de trabalho que favorecem ainda mais a diminuição dos erros totais de medição.

Na faixa ideal de trabalho, o melhor desempenho é obtido pelos hidrômetros de 3,00 m³/h, sendo que os hidrômetros de 1,50 m³/h apresentam escoamento nas faixas de altas velocidades e ocorrência de vazões de sobrecarga.

Sabe-se que os erros de indicação de volumes sofrem a influência de outras variáveis tais como: o tempo de uso, o volume totalizado, a qualidade da água que passou pelo hidrômetro e a frequência de trabalho em valores máximos de vazão. Esta é a razão pela qual os hidrômetros de Qmáx 1,50 m³/h podem, em menor tempo, indicar erros iguais ou até maiores que aqueles indicados pelos hidrômetros de Qmáx 3,00 m³/h. Esse fato indica que os hidrômetros de menor capacidade necessitam de um período mais curto de manutenção para terem o desempenho restabelecido.



CONCLUSÕES

Pelo exposto, conclui-se que o hidrômetro mais adequado ao perfil de consumo monitorado é o de $Q_{\text{máx}}$ 3,00 m^3/h da classe C. Porém, se for considerada a diferença atual dos preços do mercado, o hidrômetro de $Q_{\text{máx}}$ 3,00 m^3/h da classe B se torna a melhor alternativa, em face da pequena diferença de desempenho nas baixas vazões (13,75% do volume total escoado para o hidrômetro classe B, comparado a 7,81% do hidrômetro classe C).

A utilização de hidrômetros com maior capacidade de escoamento – $Q_{\text{máx}}$ 5,00 ou 7,0 m^3/h – fica inviabilizada em razão dos mesmos admitirem vazões de transição mais elevadas. Assim, maiores volumes seriam escoados abaixo de Q_t , região onde os erros de indicação são maiores, tornando a solução menos vantajosa.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo a oportunidade de difundir os resultados alcançados na pesquisa de forma a contribuir para o avanço do conhecimento no meio técnico nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, W. C. et al. Documento Técnico de Apoio nº D3. Micromedição. MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL / PNCDA, Brasília, 2004a. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/pncda/Dtas/Arq/DTA_D3.pdf> Acesso em: 25 jul. 2005.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICA. ABNT-NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41p.
3. DOMINIQUELI, W.H. Medição individualizada de água em habitações de interesse social - HIS. São Paulo, 2007. 153f. Dissertação (Mestrado) Instituto de Pesquisas Tecnológicas, SP. 2007.
4. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO, Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000. Disponível em <<http://www.inmetro.gov.br/rtac/pdf/rtac000667.pdf>> Acesso em 15 nov. de 2006.
5. RECH, A. L. Água, Micromedição e perdas. 2. ed. ampl. e rev. São Paulo: Editora Scortecci, 1999. 196p.
6. ROCHA, A.L. et al. Documento Técnico de Apoio nº E-1. Caracterização e monitoramento do consumo.
7. TOMAZ, P. Previsão de consumo de água: Interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos. São Paulo: Navegar Editora MF, 2000. 112p.