



I-023 – OTIMIZAÇÃO DE RAMAIS PREDIAIS POR MEIO DE SIMULAÇÃO LABORATORIAL

Douglas Barreto⁽¹⁾

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.

Pedro Jorge Chama Neto

Engenheiro Civil pela Faculdade de Engenharia Civil de Araraquara (1980), Mestre em Engenharia pela Escola Politécnica da USP (2002), Engenheiro Especialista na Superintendência de Desenvolvimento Operacional da Sabesp desde 2007. Na Sabesp, desde 1981 exercendo atividades de engenheiro na superintendência de projetos, engenheiro fiscal de obras, gerente de divisão de obras, gerente de departamento de obras e gerente de departamento de controle tecnológico. Professor de Hidráulica e Materiais de Construção no curso de Engenharia Civil e Saneamento e Instalações Hidráulicas Prediais no Curso de Arquitetura, da Universidade Paulista - UNIP.

Endereço⁽¹⁾: Rua Flor de Seda, 490 – Vargem Grande Paulista – SP - CEP: 06730-000 - Brasil - Tel: (11) 4158 - 4160- e-mail: dougbarr@ipt.br

RESUMO

O presente apresenta a simulação do funcionamento de montagens de ramais prediais de DE 20 e 32 com os componentes tê de serviço e colar de tomada, de diversos diâmetros e com registro de esfera e cotovelo adaptador de DE 20 e DE 32.

Além destas, também se apresentam os resultados de simulações com montagens de ligação para atender grandes consumidores, denominada de “dupla”; de derivações de ramais prediais constituídas de componentes do tipo colar de tomada metálico, de registro de esfera com cotovelo adaptador de diâmetro a partir de 1”; e por fim uma avaliação de um cavalete de 2” para ligação dimensionada.

Estas simulações laboratoriais permitiram avaliar o funcionamento das ligações prediais no que se refere aos orifícios internos de passagem da água identificando as montagens mais propícias de modo que estabelecessem os diâmetros de passagem da água desde o furo da rede até o tubo do ramal.

PALAVRAS-CHAVE: Ramal predial, ligação predial, vazões em ramais, tê de serviço, colar de tomada

INTRODUÇÃO

Para o abastecimento de água das residências dos consumidores as companhias de saneamento o fazem por meio dos ramais prediais que consistem de conexões que permitem de derivar água da rede até o cavalete do medidor.

Em geral o ramal predial consiste de uma tomada de água, de um registro obturador do fluxo, de tubo de material plástico, e de conexões para ao cavalete. As interligações entre as peças do ramal predial consistem em potenciais focos de vazamento (falhas), conforme indicado na figura 1, a seguir, cujas informações foram obtidas em uma pesquisa de campo, numa amostra de reparos realizados em ramais prediais na cidade de São Paulo (IPT, 2004)

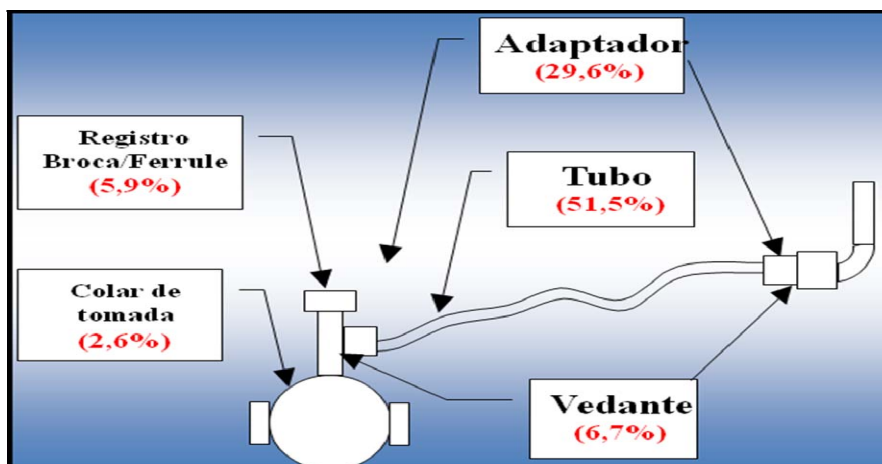


Figura 1 – Percentual de falhas ocorrentes nos ramais prediais na cidade de São Paulo

As frequências de falhas levantadas apontam que o tubo de PEAD é componente do ramal com maior incidência de falhas, seguido pelos componentes que permitem a derivação de água (Colar, ferrule, registro, adaptador e vedantes).

Assim, o trabalho teve como objetivo simular o funcionamento montagens de ramais prediais de DE 20 e 32 com os componentes tê de serviço e colar de tomada de diversos diâmetros e com registro de esfera e cotovelo adaptador de DE 20 e DE 32, constituindo-se dos ramais que atendem a grande maioria dos consumidores domésticos.

Além destes ramais, também foram feitas simulações com montagens de ligação para atender grandes consumidores, denominada de “dupla”; de derivações de ramais prediais constituídas de componentes do tipo colar de tomada metálico, de registro de esfera com cotovelo adaptador de diâmetro a partir de 1”; e por fim uma avaliação de um cavalete de 2” para ligação dimensionada. Estas simulações laboratoriais permitiram avaliar o funcionamento das ligações prediais no que se refere aos orifícios internos de passagem da água identificando as montagens mais propícias em termos de vazão.

MÉTODO UTILIZADO

Para as avaliações laboratoriais dos ramais prediais foram feitas montagens com as peças de modo a representar o mais fielmente a realidade das montagens feitas na rede para derivação de água ao consumidor.

As montagens foram instaladas numa bancada laboratorial que fornece água à vazão e pressão para avaliar a capacidade de vazão de saída dos ramais simulados, visto que houve algumas características que os distinguiram entre si.

Em termos de ramais analisados tiveram dois grupos: um para ramais residenciais (PEAD DE 20 e 32 mm) e outro de ramais de grandes consumidores (PEAD \geq DE 32). O grupo dos ramais prediais residenciais foi subdividido em ramais com colar de tomada; com tê de serviço e um com ferrule. O grupo dos grandes consumidores foi único, porém também se avaliou neste grupo o comportamento de um cavalete de grande porte, visto que em algumas situações é comum a derivação com uma montagem deste tipo.

MONTAGENS DOS RAMAIS PREDIAIS DE 20 E 32, E RAMAIS \geq DE 32

Para as simulações do ramal predial em PEAD DE 20 e 32 mm, foram executadas as montagens descritas apresentadas nas tabelas 1 e 2, a seguir.



Tabela 1 – Montagens com colar de tomada de ferro e ferrule para as simulações das ligações prediais

Simulação	Montagem				
	Rede	Tomada de água	Registro	Conexão	Saída
1	Tubo de PVC c/furo 9mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB A)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 32 – FAB A)	tubo PEAD 32mm (3m)
2	Tubo de PVC c/furo 9mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB A)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 32 – FAB B)	tubo PEAD 32mm (3m)
3	Tubo de PVC c/furo 9mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB A)	cotovelo adaptador tipo 2 (3/4" x 20 – FAB A)	tubo PEAD 20mm (3m)
4	Tubo de PVC c/furo 9mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB A)	cotovelo adaptador tipo 2 (3/4" x 20 – FAB B)	tubo PEAD 20mm (3m)
5	Tubo de PVC	ferrule (1" x 32 – FAB A)	-o-	-o-	tubo PEAD 32mm (3m)
6	Tubo de PVC c/furo 9mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB B)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 32 – FAB A)	tubo PEAD 32mm (3m)
7	Tubo de PVC c/furo 12 mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB B)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 32 – FAB A)	tubo PEAD 32mm (3m)
8	Tubo de PVC c/furo 9mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB B)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 20 – FAB A)	tubo PEAD 32mm (3m);
9	Tubo de PVC c/furo 12 mm	colar de tomada	registro macho tipo 1 (3/4" – ø 11 mm – FAB B)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 20 – FAB A)	tubo PEAD 32mm (3m)
10	Tubo de PVC c/furo 12 mm	colar de tomada	registro macho tipo 2 (3/4" – ø 14 mm – FAB B)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 32mm – FAB B)	tubo PEAD 32mm (3m)
11	Tubo de PVC c/furo 12 mm	colar de tomada	registro macho tipo 2 (3/4" – ø 14 mm – FAB A)	cotovelo adaptador tipo 1 (3/4" x 32mm – FAB B)	tubo PEAD 32mm (3m)

Tabela 2 – Montagens com Tê de serviço integrado para as simulações das ligações prediais

Simulação	Montagem					
	Rede	Tomada de água	Diâmetro do furo na rede(mm)	Diâmetro nominal (DN)	Diâmetro externo do PEAD (DE)	Saída
12	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB A)	16,2	50	20	tubo PEAD 20mm (3m)
13	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB B)	16,0	50	20	tubo PEAD 20mm (3m)
14	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB C)	19,1	50	20	tubo PEAD 20mm (3m)
15	Tubo de PVC	Serviço Integrado (FAB C) DN75	19,1	75	20	tubo PEAD 20mm (3m)
16	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB A)	18,9	75	20	tubo PEAD 20mm (3m)
17	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB C)	19,1	100	20	tubo PEAD 20mm (3m)
18	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB C)	19,1	100	32	tubo PEAD 32mm (3m);
19	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB B)	16,0	75	20	tubo PEAD 20mm (3m);
20	Tubo de PVC	Tê de Serviço Integrado (FAB B)	19,0	50	32	tubo PEAD 32mm (3m)



Para as derivações de maior porte, foram realizados ensaios para a determinação da vazão em derivações para ramais prediais e cavalete de DN 50. A tabela 3, a seguir, apresenta as montagens executadas para cada uma das derivações analisadas.

Tabela 3 – montagens das simulações das derivações prediais

Simulação	Montagem
21	Colar de tomada DN 75 x DR 3/4"; 2 registro esfera 3/4" e 2 Cotovelo adaptador 3/4"x DE 32 (Furo na rede de 14,1 mm) "Dupla".
22	Colar de tomada DN 100 x DR 1"; registro esfera 1" e Cotovelo adaptador 1"x DE 32 (Furo na rede de 22,8 mm).
23	Colar de tomada DN 100 x DR 2"; registro esfera 2" e Cotovelo adaptador 2"x DE 63 (Furo na rede de 38,2 mm).
24	Colar de tomada DN 100 x DR 1 ¼ "; registro esfera 1 ¼ " e Cotovelo adaptador 1"x DE 32 (Furo na rede de 30,0 mm).
25	Colar de tomada DN 100 x DR 1 ¼ "; registro esfera 1 ¼ " e Cotovelo adaptador 1 ¼ "x DE 40 (Furo na rede de 30,0 mm).
26	Colar de tomada DN 100 x DR 1 ½ "; registro esfera 1 ½ " e Cotovelo adaptador 1 ½ "x DE 63 (Furo na rede de 37,0 mm).
27	Cavalete para ligação dimensionada com tubos e conexões em aço galvanizado na bitola de 2".

Em todas as simulações foram feitas em uma bancada laboratorial equipada com bombas hidráulicas e dispositivos de medição de modo a se obter as vazões e pressões resultantes permitindo o levantamento de um panorama completo dos regimes de funcionamento dos ramais prediais e derivações prediais analisadas. A simulação consistiu em se impor uma pressão constante na tubulação que representava a rede (montante do ramal ou derivação) e simultaneamente medir a vazão provocada por esta pressão.

RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DOS RAMAIS DE 20 E 32

Os quadros 1 e 2, a seguir, apresentam os resultados das medições de vazão das vinte simulações de ramal predial montadas.

Simulação	Vazão (m³/h)			
	Pressão (m.c.a)			
	5	10	15	20
SIM 1 (ø9 mm/RMAT1/CAAT1/DE32)	1,64	2,36	2,88	3,28
SIM 2 (ø9 mm/RMAT1/CABT1/DE32)	1,79	2,49	2,95	3,29
SIM 3 (ø9 mm/RMAT1/CAAT2/DE20)	1,50	2,05	2,48	2,88
SIM 4 (ø9 mm/RMAT1/CABT2/DE20)	1,43	2,01	2,42	2,85
SIM 5 Ferrule (FAB A/DE32)	0,94	7,60	(*)	(*)
SIM 6 (ø9 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	1,86	2,53	2,95	3,26
SIM 7 (ø12 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	2,99	4,04	4,73	5,26
SIM 8 (ø9 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	1,55	2,10	2,61	3,01
SIM 9 (ø12 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	1,94	2,71	3,33	3,86
SIM 10 (ø12 mm/RMBT2/CABT1/DE32)	2,78	3,94	4,84	5,56
SIM 11 (ø12 mm/RMAT1/CABT1/DE32)	2,74	3,82	4,78	5,48



Quadro 1 – Vazões medidas das simulações de ramal predial (m³/h).

(*) Vazão excede a capacidade de medição da bancada.

Simulação	Vazão (m³/h)			
	Pressão (m.c.a)			
	5	10	15	20
SIM 12 Tê de Serv. A DN50xDE20	1,98	2,90	3,71	4,36
SIM 13 Tê de Serv. B DN50xDE20	2,04	2,83	3,59	4,24
SIM 14 Tê de Serv. C DN50xDE20	1,92	2,77	3,38	4,04
SIM 15 Tê de Serv. C DN75xDE20	1,84	2,82	3,47	4,00
Sim 16 Tê de Serv. A DN75xDE20	2,09	2,82	3,52	4,15
SIM 17 Tê de Serv. C DN100xDE20	2,08	2,93	3,66	4,32
SIM 18 Tê de Serv. C DN100xDE32	4,76	6,77	8,58	(*)
SIM 19 Tê de Serv. B DN75xDE20	2,05	2,96	3,64	4,21
SIM 20 Tê de Serv. B DN50xDE32	5,45	7,66	9,29	(*)

Quadro 2 – Vazões medidas das simulações de ramal predial com tê de serviço (m³/h)

(*) Vazão excede a capacidade de medição da bancada.

A figura 1, a seguir, apresenta o gráfico da correlação entre a vazão e a pressão nas diversas simulações realizadas.

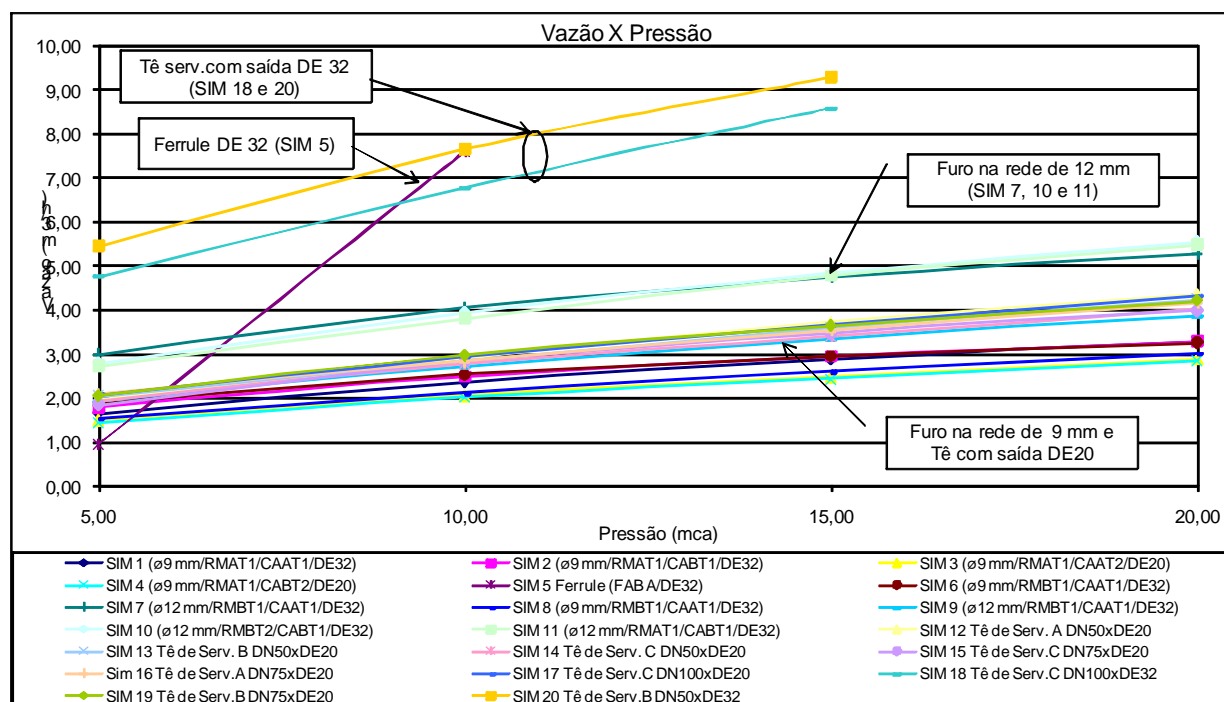


Figura 1 – Correlações entre vazão e pressão das simulações das montagens

O quadro 4, a seguir apresenta os resultados ordenador por DE de saída, seguido por diâmetro do furo na rede e por vazão na pressão 10 mca (metros de coluna de água).



Simu- lação	Vazão das simulações de ramal predial					Cotovelo adaptador DE (mm)	Ø do furo na rede (mm)	Saída DE (mm)
	Montagem	Pressão (m.c.a)						
		20	15	10	5			
4	SIM 4 (ø9 mm/RMAT1/CABT2/DE20)	2,85	2,42	2,01	1,43	20	9,0	20
3	SIM 3 (ø9 mm/RMAT1/CAAT2/DE20)	2,88	2,48	2,05	1,50	20	9,0	20
8	SIM 8 (ø9 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	3,01	2,61	2,10	1,55	20	9,0	20
9	SIM 9 (ø12 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	3,86	3,33	2,71	1,94	20	12,0	20
13	SIM 13 Tê de Serv. B DN50xDE20	4,24	3,59	2,83	2,04	-	16,0	20
19	SIM 19 Tê de Serv.B DN75xDE20	4,21	3,64	2,96	2,05	-	16,0	20
12	SIM 12 Tê de Serv. A DN50xDE20	4,36	3,71	2,90	1,98	-	16,2	20
16	Sim 16 Tê de Serv.A DN75xDE20	4,15	3,52	2,82	2,09	-	18,9	20
14	SIM 14 Tê de Serv. C DN50xDE20	4,04	3,38	2,77	1,92	-	19,1	20
15	SIM 15 Tê de Serv.C DN75xDE20	4,00	3,47	2,82	1,84	-	19,1	20
17	SIM 17 Tê de Serv.C DN100xDE20	4,32	3,66	2,93	2,08	-	19,1	20
1	SIM 1 (ø9 mm/RMAT1/CAAT1/DE32)	3,28	2,88	2,36	1,64	32	9,0	32
2	SIM 2 (ø9 mm/RMAT1/CABT1/DE32)	3,29	2,95	2,49	1,79	32	9,0	32
6	SIM 6 (ø9 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	3,26	2,95	2,53	1,86	32	9,0	32
11	SIM 11 (ø12 mm/RMAT1/CABT1/DE32)	5,48	4,78	3,82	2,74	32	12,0	32
10	SIM 10 (ø12 mm/RMBT2/CABT1/DE32)	5,56	4,84	3,94	2,78	32	12,0	32
7	SIM 7 (ø12 mm/RMBT1/CAAT1/DE32)	5,26	4,73	4,04	2,99	32	12,0	32
20	SIM 20 Tê de Serv.B DN50xDE32		9,29	7,66	5,45	-	19,0	32
18	SIM 18 Tê de Serv.C DN100xDE32		8,58	6,77	4,76	-	19,1	32
5(*)	SIM 5 Ferrule (FAB A/DE32)			7,60	0,94	-	-	32

(*) Simulação não incluída na ordenação por Ø de furo na rede

Quadro 4 – Vazões medidas (m³/h) ordenadas pela vazão a 10 mca por DN.

As figuras 2 e 3, a seguir apresentam a representação gráfica das medições realizadas separadas por diâmetro de saída dos ramais, respectivamente ramais com saída E 20 e DE 32.

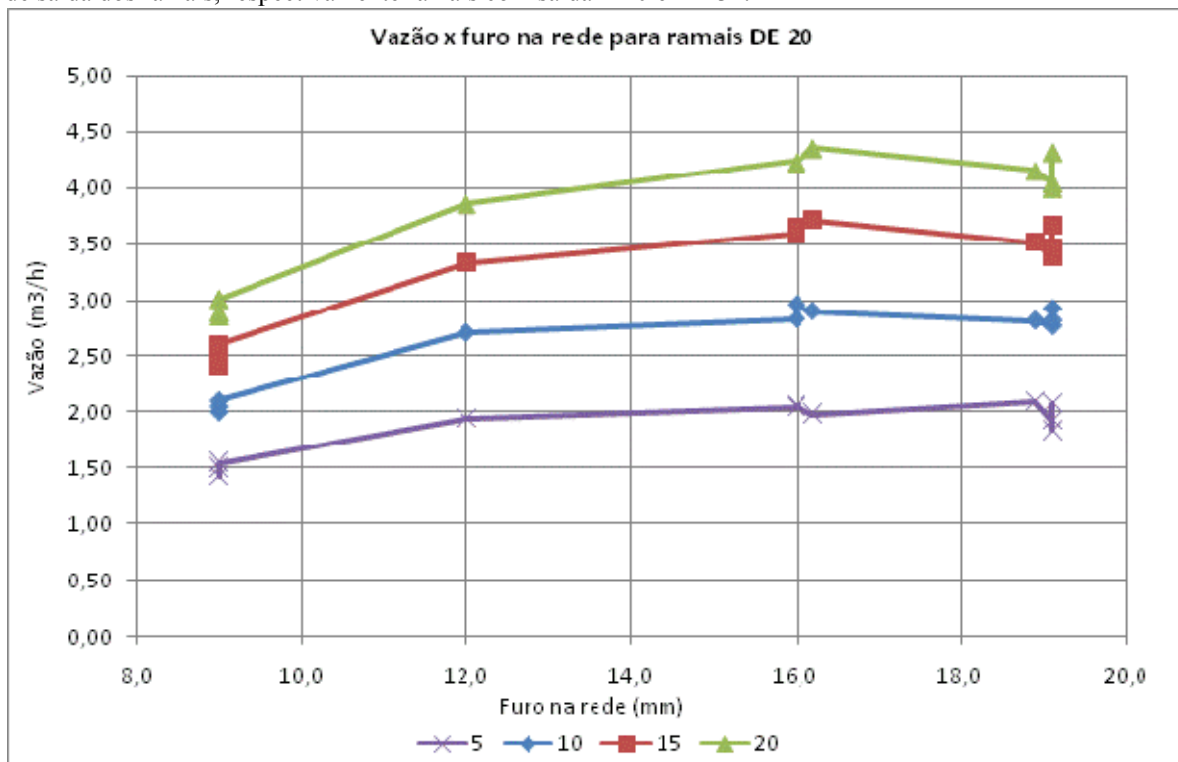


Figura 2 – Gráfico da vazão em função do diâmetro do furo na rede para ramais DE 20 mm.

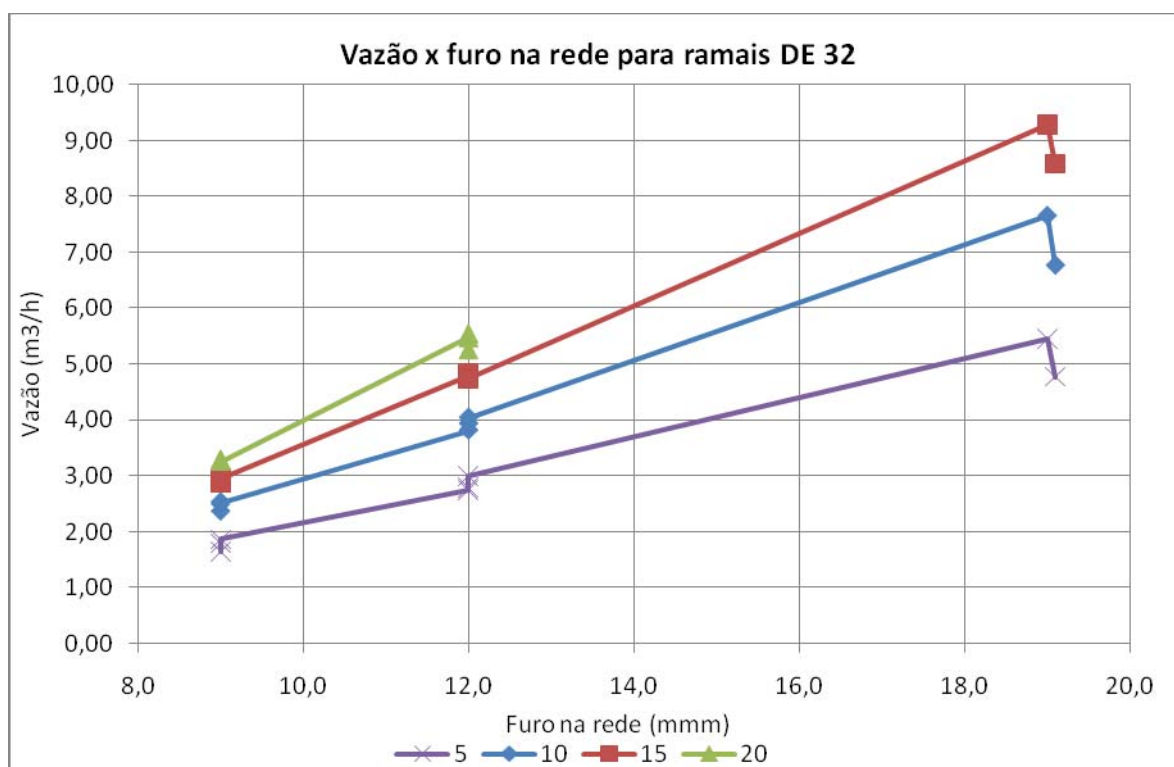


Figura 3 – Gráfico da vazão em função do diâmetro do furo na rede para ramais DE 32 mm.

Em termos de contribuição da avaliação realizada, pode-se comentar que as diversas simulações executadas no laboratório apresentaram resultados que indicam correlação entre o furo executado na rede, que neste estudo foi de 9 a 19 milímetros e a vazão resultante no ramal.

Mantendo-se o mesmo diâmetro do furo na rede é possível observar uma variação pequena na vazão resultante no ramal mesmo substituindo os cotovelos de 20 por 32 milímetros de diâmetro. Porém substituindo os registros machos e simultaneamente utilizando o furo de diâmetro maior se atingem vazões mais elevadas fato que pode indicar que a seção de controle deixa de ser o furo para ser o diâmetro de passagem do registro macho.

Os Tês de Serviço com derivação para ramal em PEAD de diâmetro nominal de 20 mm apresentaram pequena variação de vazão resultante.

RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES DOS RAMAIS ≥ DE 32

O quadro 5 e a figura 4, a seguir apresentam o resumo dos resultados obtidos na determinação da vazão das derivações.



Simulação	Vazão (m ³ /h)			
	Pressão (m.c.a)			
	5	10	15	20
SIM 21 Dupla (2 x DR 3/4"x DE 32)	5,0	6,2	7,3	8,4
SIM 22 (DR 1"x DE 32)	6,4	9,1	11,0	13,1
SIM 23 (DR 2"x DE 50)	6,3	9,5	11,5	13,4
SIM 24 (DR 1 1/4"x DE 32)	10,5	15,6	19,0	22,0
SIM 25 (DR 1 1/4"x DE 40)	15,4	22,5	24,6	
SIM 26 (DR 1 1/2 x DE 50)	22,5	32,7	(*)	(*)
SIM 27 Cavalete dimensionado (2")	24,6	(*)	(*)	(*)

Quadro 5 – Vazões medidas (m³/h)

(*) Vazão excede a capacidade de medição da bancada.

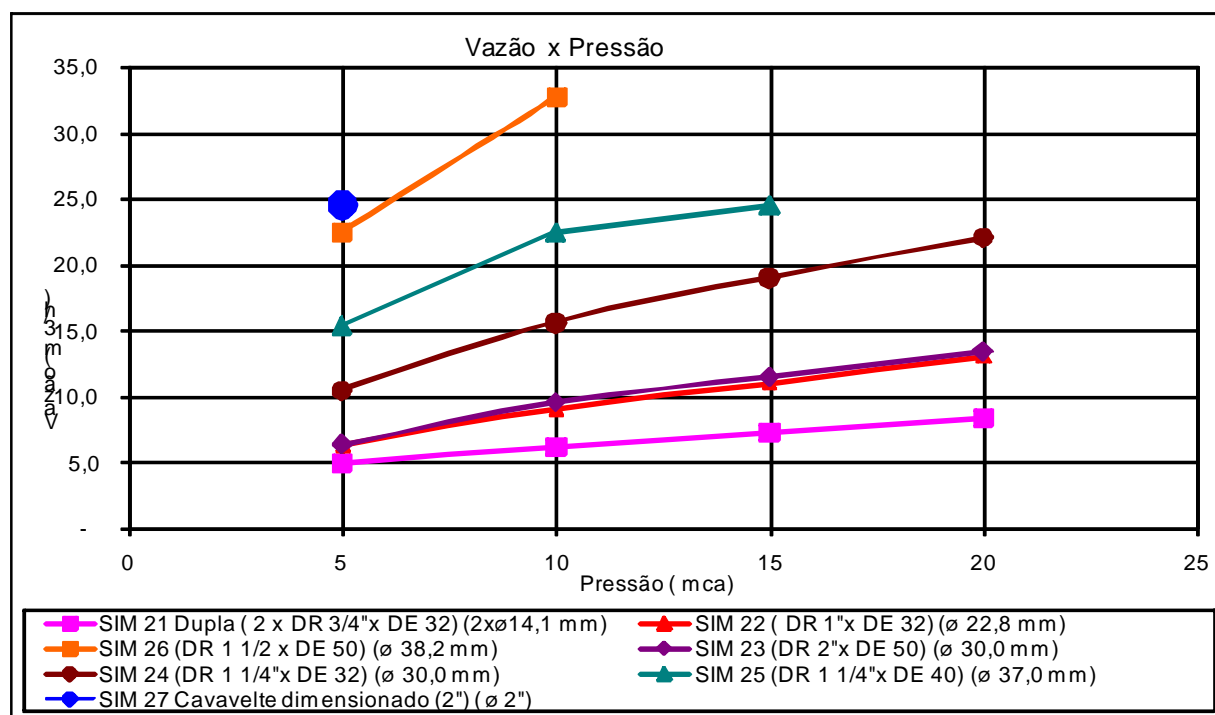


Figura 4 – Gráfico comparativo (Pressão x Vazão) dos ramais prediais ≥ DE 32.

Como se pode observar no gráfico a SIM 21 (Dupla) apresentou a menor capacidade de vazão. Os ramais constituídos nas SIM 22 e 24 apresentaram resultados muito próximos, apontando que a secção de controle passa a ser o diâmetro do tubo do ramal, no caso DE 32 mm.

A SIM 23, de DE 50 mm, e a 27, cavalete de 2", foram os ramais que apresentaram a maior capacidade de vazão. A SIM 25, de DE 40 mm e a 26 de DE 50 mm apresentaram diferenças de capacidade destacadas em função do furo na rede, para a derivação 25 o furo é de 30,0 mm enquanto que para 26 o furo é de 37,0 mm.



CONCLUSÕES

As informações obtidas nesta avaliação subsidiam na adoção de um padrão para ligações dimensionadas uniformizando os procedimentos bem como ferramental, peças, orifícios e montagens na execução de ramais de bitola maiores que 32 mm (1”).

A simulação do ramal predial permitiu conhecer o funcionamento real quando submetido às vazões e pressões da rede de modo que estabelecessem os diâmetros de passagem da água desde o furo da rede até o tubo do ramal.

A definição do diâmetro de passagem permitiu uma racionalização das peças utilizadas no ramal, diminuindo o número de peças para execução do ramal e conseqüentemente reduzindo as juntas entre as peças refletindo na diminuição de pontos propícios para vazamento.

As simulações em ligações dimensionadas permitiram definir um conjunto de parâmetros para padronizar estas ligações de modo que possam ser otimizadas as montagens sempre garantindo as vazões e os volumes de entrega de água ao consumidor conectado nestas ligações.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem a CIA de Saneamento Básico de São Paulo e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas 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. MARTINEZ, C.B.; NASCIMENTO, J; AGUIRRE, L.A. Avaliação dos métodos de medição de vazão em sistemas de abastecimento de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24º Congresso, 2007. **Anais...**Belo Horizonte- MG: ABES, 2007.
2. IPT. Relatório Técnico N° 72 619 – 205 de outubro de 2004.
3. IPT. Relatório Técnico N° 95 916 -205. Julho de 2007.