

I-274 - AVALIAÇÃO DO IMPACTO NO REABASTECIMENTO PREDIAL EM SITUAÇÃO DE RODÍZIO NO ABASTECIMENTO

Ricardo Candido Correia⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC). Pós-Graduando em Infraestrutura de Saneamento Básico pela Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (CPG/FUMEP).

Victor de Barros Deantoni⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Mestrado em Engenharia Civil pela UNICAMP. Doutorando em Engenharia Civil na UNICAMP. Professor do curso de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUCC).

Endereço⁽¹⁾: Av. Jorge Tibiriçá, 831 – Vila Joaquim Inácio - Campinas - SP - CEP: 13045-706 - Brasil - Tel: +55 (19) 99290-8592 - e-mail: ricardocorreia@live.com

RESUMO

O presente trabalho tem o objetivo de realizar estudos dos períodos de rodízio, avaliando as variações de pressão e vazão resultantes das manobras realizadas nas redes de distribuição de água, as quais compõem os sistemas de abastecimento de água urbano, e assim, verificar o comportamento da rede quando do reabastecimento do sistema de reservação predial. Para tanto, fez-se uso modelos que expressem as condições de operação das redes de distribuição de água, ramal e reservatórios prediais, com a finalidade de simular as perdas de carga, a vazão e a pressão de cada unidade do sistema. As simulações foram efetivadas em um modelo com características de um loteamento residencial. Com os resultados, foram possíveis realizar análises com a finalidade de verificar se os valores de cálculos são possíveis na operação do sistema. Ao analisar períodos de falta d'água grandes, e um reabastecimento dos reservatórios das unidades residenciais em curto espaço de tempo, pode-se observar grande variação na demanda de água, resultando em valores dez vezes maiores que os projetados para as redes de distribuição de água e, um possível desabastecimento frente a incapacidade do sistema se recuperar dentro do espaço de tempo em que há abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Rodízio de água, Rede de distribuição, Reservação predial, Rede ramificada, Seccionamento fictício.

INTRODUÇÃO

Frente ao cenário hidrológico atual, e a necessidade da manutenção do abastecimento de água em quantidade, pressão e qualidade adequadas, diversas atividades são realizadas para atender as necessidades básicas demandadas pela população.

Os rodízios de abastecimento são interrupções planejadas no fornecimento de água à população, baseadas em regras que alternam períodos com e sem abastecimento, com o objetivo de reduzir o consumo e, conseqüentemente, a retirada de água do manancial. Para obter redução de vazão com um rodízio, parte-se da vazão original, agrupam-se os setores de abastecimento em blocos para viabilizar as manobras em campo (abertura e fechamento de válvulas, acionamento/desligamento de boosteres, acompanhamento das pressões nas redes, entre outras) e estabelecem-se o tipo e a intensidade do rodízio (regra que estabelece períodos com e sem água para cada bloco). Diferentes alternativas para a periodicidade da suspensão do abastecimento caracterizam o rodízio como mais brando ou mais severo. A escolha de uma determinada alternativa é função do valor necessário para evitar o colapso do sistema produtor, conforme avaliações de probabilidade definidas pela área de Hidrologia (SABESP, 2014).

METODOLOGIA UTILIZADA

Para o presente trabalho foram desenvolvidos modelos que expressem as condições de operação das redes de distribuição de água, ramal e reservatórios prediais, com a finalidade de simular as perdas de carga, a vazão e a pressão de cada unidade do sistema.

Os modelos foram idealizados com o auxílio de planilhas digitais, baseadas em normas vigentes e boas práticas de engenharia.

As simulações são baseadas em um modelo teórico, o qual tem características de um loteamento residencial. A urbanização do empreendimento foi considerada com os lotes ocupando ambos os lados de uma única rua. Para o comprimento da rua e número de lotes, foram considerados valores ideais que proporcionem resultados otimizados.

A rede de distribuição de água é do tipo ramificada, localizada no eixo do sistema viário.

Para as edificações foram consideradas unidades de reservação, com capacidade suficiente para abastecer todos os consumidores pelo período do rodízio.

Após o desenvolvimento do modelo teórico adequado, as simulações foram processadas do seguinte modo:

- Dimensionou-se a rede de distribuição de água, com a vazão de projeto. Nesta etapa, foram adicionados lotes ao modelo até somar uma vazão que proporcione o dimensionamento com diâmetro máximo da rede de 150mm;
- Calculou-se a perda de carga no ramal predial, desde a interligação até o reservatório, com a vazão de projeto;
- Calculou-se o tempo de reabastecimento do reservatório com a vazão de projeto;
- Calculou-se a perda de carga no ramal predial, desde a interligação até o reservatório, com a máxima vazão possível para o abastecimento do reservatório. Nesta etapa, a máxima vazão possível foi aquela que proporcionou uma perda de carga somada ao desnível geométrico igual a pressão disponível na interligação;
- Calculou-se o tempo de reabastecimento do reservatório com a máxima vazão possível;
- Dimensionou-se a rede de distribuição de água com a vazão máxima possível para o abastecimento do reservatório. Todas as unidades de reservação, foram consideradas vazias e em reabastecimento.

Os procedimentos apresentados, foram repetidos para o período de rodízio de 2 dias. Considerando que para um período de rodízio de 2 dias, será 1 dia com abastecimento e 1 dia sem abastecimento.

RESULTADOS OBTIDOS

• CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Em função da urbanização proposta e adotando os coeficientes abaixo relacionados, obtemos as demandas do projeto conforme seguem:

Ocupação	q [l/hab.dia]	h [horas/dia]	k ₁	k ₂
5 hab./lote	200	24	1,2	1,5

Figura 1: Coeficientes e parâmetros adotados

Número de lotes	P [hab.]	Q [l/s]	Q ₁ [l/s]	Q ₂ [l/s]
860	4300	9,95	11,94	17,92

Figura 2: População e vazões de projeto

• DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

A rede de distribuição de água foi dimensionada pelo método das redes ramificadas com a vazão aplicada em marcha, e será considerado para efeito de cálculo da perda de carga a fórmula de Hazen-Williams.

Desse modo, apresenta-se a planilha de cálculo da rede de distribuição de água, que serviu como referência aos estudos desenvolvidos.

PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA										PRESSÃO DINÂMICA		Q (l/s) = 17,92		Data	Folha		
Empreendimento: Loteamento Residencial										Pressão máx. (mca) =	10,00	Extensão (m) = 4.300,00		jan/17	-		
Local: Cidade Modelo										Pressão mín. (mca) =	10,00	Qm (l/s*m) = 0,00417					
Trecho		Extensão (m)	Vazão (l/s)				Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Perda de carga unitária (m/km)	Cota piezo métrica a montante (m)	Perda de carga total (m)	Cota piezo métrica a jusante (m)	Cota do terreno		Pressão disp. (mca)		Observações
a montante	a jusante		a Jusante	em marcha	a montante	ficticia							a montante	a jusante	a montante	a jusante	
24	23	210,00	17,04	0,88	17,92	17,48	150	0,99	6,94	110,00	1,46	108,54	100,00	98,54	10,00	10,00	LOTES T
23	22	215,00	16,15	0,90	17,04	16,59	150	0,94	6,30	108,54	1,35	107,19	98,54	97,19	10,00	10,00	LOTES S
22	21	215,00	15,25	0,90	16,15	15,70	150	0,89	5,69	107,19	1,22	105,97	97,19	95,97	10,00	10,00	LOTES R
21	20	215,00	14,35	0,90	15,25	14,80	150	0,84	5,10	105,97	1,10	104,87	95,97	94,87	10,00	10,00	LOTES Q
20	19	215,00	13,46	0,90	14,35	13,91	150	0,79	4,54	104,87	0,98	103,89	94,87	93,89	10,00	10,00	LOTES P
19	18	215,00	12,56	0,90	13,46	13,01	150	0,74	4,02	103,89	0,86	103,03	93,89	93,03	10,00	10,00	LOTES O
18	17	215,00	11,67	0,90	12,56	12,11	150	0,69	3,52	103,03	0,76	102,27	93,03	92,27	10,00	10,00	LOTES N
17	16	215,00	10,77	0,90	11,67	11,22	150	0,63	3,05	102,27	0,66	101,62	92,27	91,62	10,00	10,00	LOTES M
16	15	215,00	9,88	0,90	10,77	10,32	150	0,58	2,62	101,62	0,56	101,05	91,62	91,05	10,00	10,00	LOTES L
15	14	215,00	8,98	0,90	9,88	9,43	150	0,53	2,21	101,05	0,48	100,58	91,05	90,58	10,00	10,00	LOTES K
14	13	215,00	8,08	0,90	8,98	8,53	150	0,48	1,84	100,58	0,40	100,18	90,58	90,18	10,00	10,00	LOTES J
13	12	215,00	7,19	0,90	8,08	7,64	150	0,43	1,50	100,18	0,32	99,86	90,18	89,86	10,00	10,00	LOTES I
12	11	215,00	6,29	0,90	7,19	6,74	150	0,38	1,19	99,86	0,26	99,61	89,86	89,61	10,00	10,00	LOTES H
11	10	40,00	6,13	0,17	6,29	6,21	150	0,35	1,02	99,61	0,04	99,57	89,61	89,57	10,00	10,00	LOTES G
10	09	175,00	5,40	0,73	6,13	5,76	100	0,73	6,62	99,57	1,16	98,41	89,57	88,41	10,00	10,00	LOTES G
09	08	215,00	4,50	0,90	5,40	4,95	100	0,63	5,00	98,41	1,07	97,33	88,41	87,33	10,00	10,00	LOTES F
08	07	215,00	3,60	0,90	4,50	4,05	100	0,52	3,45	97,33	0,74	96,59	87,33	86,59	10,00	10,00	LOTES E
07	06	195,00	2,79	0,81	3,60	3,20	100	0,41	2,23	96,59	0,43	96,16	86,59	86,16	10,00	10,00	LOTES D
06	05	20,00	2,71	0,08	2,79	2,75	75	0,62	6,84	96,16	0,14	96,02	86,16	86,02	10,00	10,00	LOTES D
05	04	215,00	1,81	0,90	2,71	2,26	75	0,51	4,76	96,02	1,02	95,00	86,02	85,00	10,00	10,00	LOTES C
04	03	205,00	0,96	0,85	1,81	1,39	75	0,31	1,92	95,00	0,39	94,60	85,00	84,60	10,00	10,00	LOTES B
03	02	10,00	0,92	0,04	0,96	0,94	50	0,48	6,72	94,60	0,07	94,54	84,60	84,54	10,00	10,00	LOTES B
02	01	220,00	0,00	0,92	0,92	0,46	50	0,23	1,78	94,54	0,39	94,14	84,54	84,14	10,00	10,00	LOTES A

Figura 3: Planilha de cálculo da rede de distribuição de água

• VAZÃO NO RAMAL PREDIAL (VAZÃO MÁXIMA)

Após o dimensionamento da rede de distribuição de água, e a calibração do modelo para uma condição de pressão uniforme nas interligações prediais, foi dimensionada a vazão disponível para o reabastecimento dos reservatórios dentro das condições fixadas.

A partir dessas considerações e as demais necessárias relacionadas na planilha de dimensionamento do ramal predial de água, obtivemos a vazão máxima possível a partir de uma interligação a rede de abastecimento de água com pressão disponível de 10 mca.

PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DE RAMAL PREDIAL DE ÁGUA			
PERDA DE CARGA ANTES DO HIDRÔMETRO			
Vazão (Q) [l/s]	0,2420		
Diâmetro [mm]	17		
Área do tubo [m ²]	0,0002		
Velocidade (v) [m/s]	1,07		
Comprimento [m]	1,00		
Comprimento equivalentes a perdas localizadas total (m)	6,00		
Peça	Qty	L_{eq}	Total
Cotovelo de 90° raio curto	1,00	1,30	1,30
Tê passagem direta e saída lateral	2,00	2,30	4,60
Válvula de gaveta aberto	1,00	0,10	0,10
Perda de carga unitária (J) [m/m]	0,11		
Perda de carga total [mca]	0,74		
PERDA DE CARGA HIDRÔMETRO			
Vazão estimada na seção considerada (Q) [l/s]	0,242		
Vazão máxima específica para o hidrômetro (Q _{máx}) [m ³ /h]	1,50		
Perda de carga (Δh) [kPa]	33,73		
Perda de carga (Δh) [mca]	3,44		
PERDA DE CARGA APÓS O HIDRÔMETRO			
Vazão (Q) [l/s]	0,242		
Diâmetro [mm]	17		
Área do tubo [m ²]	0,0002		
Velocidade (v) [m/s]	1,07		
Comprimento [m]	8,00		
Comprimento equivalentes a perdas localizadas total (m)	9,20		
Peça	Qty	L_{eq}	Total
Cotovelo de 90° raio curto	6,00	1,30	7,80
Tê passagem direta	1,00	0,80	0,80
Válvula de gaveta aberto	1,00	0,10	0,10
Saída de canalização	1,00	0,50	0,50
Perda de carga unitária (J) [m/m]	0,11		
Perda de carga total [mca]	1,82		
PERDA TOTAL DO RAMAL PREDIAL			
Perda de carga total no ramal predial [mca]	6,00		
PRESSÃO NA INTERLIGAÇÃO			
Desnível geométrico entre o hidrômetro e a entrada da caixa d'água (Hg) [m]	4,00		
Pressão necessária na interligação com a rede de distribuição de água [mca]	10,00		

Figura 4: Planilha de dimensionamento de ramal predial de água – Vazão máxima

- DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA SOB INFLUÊNCIA DA VAZÃO MÁXIMA POR RAMAL PREDIAL**

Após a determinação da vazão máxima no ramal predial de 0,2420 l/s, para uma pressão de interligação de 10 mca, validamos o dimensionamento da rede de distribuição de água, mantendo os diâmetros selecionados e aumentando o consumo per capita (q) de forma a obter uma vazão Q₂ de 208,12 l/s (860 lotes x 0,2420 l/s). Assim, apresentamos a planilha de cálculo da rede de distribuição de água para a vazão máxima por ramal predial.

PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA										PRESSÃO DINÂMICA			Q (l/s) = 208,12		Data	Folha	
Empreendimento: Loteamento Residencial										Pressão máx. (mca) = 10,00			Extensão (m) = 4.300,00		jan/17	-	
Local: Cidade Modelo										Pressão mín. (mca) = -1.461,98			Qm (l/s/m) = 0,04840				
Trecho		Extensão (m)	Vazão (l/s)				Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Perda de carga unitária (m/km)	Cota piezo métrica a montante (m)	Perda de carga total (m)	Cota piezo métrica a jusante (m)	Cota do terreno		Pressão disp. (mca)		Observações
a montante	a jusante		a Jusante	em marcha	a montante	fictícia							a	a	a	a	
24	23	210,00	197,96	10,16	208,12	203,04	150	11,49	650,90	110,00	136,69	-26,69	100,00	98,54	10,00	-125,23	LOTES T
23	22	215,00	187,55	10,41	197,96	192,75	150	10,91	591,16	-26,69	127,10	-153,79	98,54	97,19	-125,23	-250,98	LOTES S
22	21	215,00	177,14	10,41	187,55	182,35	150	10,32	533,43	-153,79	114,69	-268,48	97,19	95,97	-250,98	-364,45	LOTES R
21	20	215,00	166,74	10,41	177,14	171,94	150	9,73	478,43	-268,48	102,86	-371,34	95,97	94,87	-364,45	-466,21	LOTES Q
20	19	215,00	156,33	10,41	166,74	161,54	150	9,14	426,19	-371,34	91,63	-462,97	94,87	93,89	-466,21	-566,86	LOTES P
19	18	215,00	145,93	10,41	156,33	151,13	150	8,55	376,75	-462,97	81,00	-543,97	93,89	93,03	-566,86	-637,00	LOTES O
18	17	215,00	135,52	10,41	145,93	140,72	150	7,96	330,12	-543,97	70,98	-614,95	93,03	92,27	-637,00	-707,22	LOTES N
17	16	215,00	125,11	10,41	135,52	130,32	150	7,37	286,35	-614,95	61,56	-676,51	92,27	91,62	-707,22	-788,13	LOTES M
16	15	215,00	114,71	10,41	125,11	119,91	150	6,79	245,45	-676,51	52,77	-729,28	91,62	91,05	-788,13	-820,33	LOTES L
15	14	215,00	104,30	10,41	114,71	109,51	150	6,20	207,47	-729,28	44,61	-773,89	91,05	90,58	-820,33	-864,47	LOTES K
14	13	215,00	93,90	10,41	104,30	99,10	150	5,61	172,44	-773,89	37,08	-810,97	90,58	90,18	-864,47	-901,15	LOTES J
13	12	215,00	83,49	10,41	93,90	88,69	150	5,02	140,42	-810,97	30,19	-841,16	90,18	89,86	-901,15	-931,02	LOTES I
12	11	215,00	73,08	10,41	83,49	78,29	150	4,43	111,44	-841,16	23,96	-865,12	89,86	89,61	-931,02	-954,73	LOTES H
11	10	40,00	71,15	1,94	73,08	72,12	150	4,08	95,72	-865,12	3,83	-868,94	89,61	89,57	-954,73	-958,51	LOTES G
10	09	175,00	62,68	8,47	71,15	66,91	100	8,52	621,53	-868,94	108,77	-977,71	89,57	88,41	-958,51	-1066,12	LOTES F
09	08	215,00	52,27	10,41	62,68	57,48	100	7,32	469,01	-977,71	100,84	-1078,55	88,41	87,33	-1066,12	-1165,88	LOTES E
08	07	215,00	41,87	10,41	52,27	47,07	100	5,99	324,00	-1078,55	69,66	-1148,21	87,33	86,59	-1165,88	-1234,80	LOTES D
07	06	195,00	32,43	9,44	41,87	37,15	100	4,73	209,00	-1148,21	40,76	-1188,96	86,59	86,16	-1234,80	-1275,12	LOTES C
06	05	20,00	31,46	0,97	32,43	31,94	75	7,23	641,64	-1188,96	12,83	-1201,80	86,16	86,02	-1275,12	-1287,82	LOTES B
05	04	215,00	21,05	10,41	31,46	26,26	75	5,94	446,29	-1201,80	95,95	-1297,75	86,02	85,00	-1287,82	-1382,75	LOTES A
04	03	205,00	11,13	9,92	21,05	16,09	75	3,64	180,26	-1297,75	36,95	-1334,70	85,00	84,60	-1382,75	-1419,30	LOTES B
03	02	10,00	10,65	0,48	11,13	10,89	50	5,55	630,14	-1334,70	6,30	-1341,00	84,60	84,54	-1419,30	-1425,54	LOTES B
02	01	220,00	0,00	10,65	10,65	5,32	50	2,71	167,46	-1341,00	36,84	-1377,84	84,54	84,14	-1425,54	-1461,98	LOTES A

Figura 5: Planilha de cálculo da rede de distribuição de água – Vazão máxima

• **DIMENSIONAMENTO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA PARA RODÍZIO COM PERÍODO DE 2 DIAS**

A vazão no ramal de entrada que garante o reabastecimento em até 24 horas é de 0,024 l/s. Assim, dimensionando a rede com a adoção de vazões pontuais em pontos estratégicos a cada 43 lotes e não mais com vazão em marcha, temos que a vazão pontual a ser aplicada nos nós será de 1,032 l/s (43 lotes x 0,024 l/s).

Desse modo, apresentamos a planilha de cálculo da rede de distribuição de água para a vazão necessária para o reabastecimento em até 24 horas do volume a ser armazenado durante o rodízio de período de 2 dias.

PLANILHA DE CÁLCULO DA REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA										PRESSÃO DINÂMICA			Q (l/s) = 20,64		Data	Folha	
Empreendimento: Loteamento Residencial										Pressão máx. (mca) = 10,00			Extensão (m) = 4.300,00		jan/17	-	
Local: Cidade Modelo										Pressão mín. (mca) = 1,21			Qm (l/s/m) = 0,00000				
Trecho		Extensão (m)	Vazão (l/s)				Diâmetro (mm)	Veloc. (m/s)	Perda de carga unitária (m/km)	Cota piezo métrica a montante (m)	Perda de carga total (m)	Cota piezo métrica a jusante (m)	Cota do terreno		Pressão disp. (mca)		Observações
a montante	a jusante		a Jusante	em marcha	a montante	fictícia							a	a	a	a	
24	23	210,00	20,64	0,00	20,64	20,64	150	1,17	9,44	110,00	1,98	108,02	100,00	98,54	10,00	9,48	LOTES T
23	22	215,00	19,61	0,00	19,61	19,61	150	1,11	8,58	108,02	1,85	106,17	98,54	97,19	9,48	8,98	LOTES S
22	21	215,00	18,58	0,00	18,58	18,58	150	1,05	7,76	106,17	1,67	104,50	97,19	95,97	8,98	8,53	LOTES R
21	20	215,00	17,54	0,00	17,54	17,54	150	0,99	6,98	104,50	1,50	103,00	95,97	94,87	8,53	8,13	LOTES Q
20	19	215,00	16,51	0,00	16,51	16,51	150	0,93	6,24	103,00	1,34	101,66	94,87	93,89	8,13	7,77	LOTES P
19	18	215,00	15,48	0,00	15,48	15,48	150	0,88	5,54	101,66	1,19	100,47	93,89	93,03	7,77	7,44	LOTES O
18	17	215,00	14,45	0,00	14,45	14,45	150	0,82	4,88	100,47	1,05	99,42	93,03	92,27	7,44	7,15	LOTES N
17	16	215,00	13,42	0,00	13,42	13,42	150	0,76	4,25	99,42	0,91	98,51	92,27	91,62	7,15	6,89	LOTES M
16	15	215,00	12,38	0,00	12,38	12,38	150	0,70	3,66	98,51	0,79	97,72	91,62	91,05	6,89	6,67	LOTES L
15	14	215,00	11,35	0,00	11,35	11,35	150	0,64	3,12	97,72	0,67	97,05	91,05	90,58	6,67	6,47	LOTES K
14	13	215,00	10,32	0,00	10,32	10,32	150	0,58	2,61	97,05	0,56	96,49	90,58	90,18	6,47	6,31	LOTES J
13	12	215,00	9,29	0,00	9,29	9,29	150	0,53	2,15	96,49	0,46	96,02	90,18	89,86	6,31	6,16	LOTES I
12	11	215,00	8,26	0,00	8,26	8,26	150	0,47	1,73	96,02	0,37	95,65	89,86	89,61	6,16	6,04	LOTES H
11	10	40,00	7,22	0,00	7,22	7,22	150	0,41	1,35	95,65	0,05	95,60	89,61	89,57	6,04	6,03	LOTES G
10	09	175,00	7,22	0,00	7,22	7,22	100	0,92	10,07	95,60	1,76	93,83	89,57	88,41	6,03	5,42	LOTES F
09	08	215,00	6,19	0,00	6,19	6,19	100	0,79	7,57	93,83	1,63	92,21	88,41	87,33	5,42	4,88	LOTES F
08	07	215,00	5,16	0,00	5,16	5,16	100	0,66	5,40	92,21	1,16	91,04	87,33	86,59	4,88	4,45	LOTES E
07	06	195,00	4,13	0,00	4,13	4,13	100	0,53	3,57	91,04	0,70	90,35	86,59	86,16	4,45	4,19	LOTES D
06	05	20,00	4,13	0,00	4,13	4,13	75	0,93	14,51	90,35	0,29	90,06	86,16	86,02	4,19	4,04	LOTES D
05	04	215,00	3,10	0,00	3,10	3,10	75	0,70	8,52	90,06	1,83	88,23	86,02	85,00	4,04	3,23	LOTES C
04	03	205,00	2,06	0,00	2,06	2,06	75	0,47	4,02	88,23	0,82	87,40	85,00	84,60	3,23	2,80	LOTES B
03	02	10,00	2,06	0,00	2,06	2,06	50	1,05	28,96	87,40	0,29	87,11	84,60	84,54	2,80	2,57	LOTES B
02	01	220,00	1,03	0,00	1,03	1,03	50	0,53	8,02	87,11	1,77	85,35	84,54	84,14	2,57	1,21	LOTES A

Figura 6: Planilha de cálculo da rede de distribuição de água – Rodízio 2 dias

ANÁLISE DOS RESULTADOS

De modo a obter o dimensionamento da rede de distribuição de água para a urbanização proposta, foi elaborada a planilha de cálculo conforme apresentado na figura 3. Visando a simplificação da análise dos resultados, adotou-se o artifício de considerar cotas de terrenos que equilibrassem as perdas de cargas ao longo da rede de distribuição, proporcionando pressões de 10 mca em todos os nós de cálculo.

Após o dimensionamento da rede de distribuição de água, e a calibração do modelo para uma condição de pressão uniforme nas interligações prediais, foi dimensionada a vazão disponível para o reabastecimento dos reservatórios dentro das condições fixadas, com o auxílio da Planilha de Dimensionamento de Ramal Predial de Água – Vazão Máxima (*figura 4*). Nela podemos verificar que para uma pressão disponível de 10 mca na interligação do ramal predial, em uma edificação com reservatório somando um desnível geométrico de 4 m em relação ao hidrômetro e em função das perdas de cargas no trecho, a vazão de reabastecimento é de 0,2420 l/s.

Considerando a vazão de 0,2420 l/s em cada lote e, admitindo que todos os lotes estão reabastecendo seus reservatórios simultaneamente, obtemos que a vazão de distribuição total da rede é de 208,12 l/s. Com esse valor podemos comparar com a vazão de projeto considerada inicialmente, que é de 17,92 l/s, e assim, verificar que em uma situação de reabastecimento após um período com falta de água, pode ocasionar uma demanda de abastecimento consideravelmente maior que a projetada.

Utilizando a vazão de 208,12 l/s, distribuída em marcha na rede, observamos na planilha de cálculo da *figura 5*, que essa situação não é possível na prática, visto que, pressões negativas com valores muito altas são observadas da rede. Com esses valores, notamos que as pressões disponíveis em uma situação de reabastecimento de todos os reservatórios, implicariam em pressões disponíveis na rede abaixo dos 10 mca dimensionados.

Admitindo uma situação de rodízio, no qual temos um dia com abastecimento e outro sem (rodízio de 2 dias), e que para evitar o desabastecimento das residências em cada lote adotou-se um reservatório com capacidade de 2000 litros (suficiente para abastecer 5 pessoas, consumindo 200 litros por 2 dias), podemos calcular a vazão necessária para reabastecer cada reservatório vazio, nas 24 horas em que se tem distribuição de água no sistema, obtendo assim, a vazão de 0,024 l/s. Comparada com a vazão de projeto, que para cada ligação na situação de máxima vazão horária estima uma vazão de 0,021 l/s, observamos que nessa situação de rodízio, para o reabastecimento de 2000 litros em no máximo 24 horas, a rede será demanda em uma condição superior a dimensionada inicialmente.

Verificando o dimensionamento da rede para a vazão de 0,024 l/s, conforme apresentado na *figura 6*, observamos que a rede não apresenta pressões negativas, porém, apresenta pressões mínimas abaixo das recomendadas, além, de uma parcela apresentar pressão inferior ao desnível geométrico existente entre o reservatório e hidrômetro.

CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES

Com este trabalho objetivou-se obter como resultado, a verificação da viabilidade do reabastecimento ou não, das unidades de reservação de todos os lotes residenciais, dentro de um loteamento residencial ideal, interligados à rede de distribuição de água para variados períodos de rodízio.

Contudo, no desenvolvimento do dimensionamento e em virtude da técnica empregada, algumas limitações foram observadas. O dimensionamento pelo método das redes ramificadas ou seccionamento fictício, apenas representam a rede em seu momento crítico na hora de maior consumo (regime permanente), limitando, assim, a análise do sistema em função da variação do tempo (regime transitório).

A análise em função do tempo seria de grande importância para proporcionar o redimensionamento da rede ao término do reabastecimento de qualquer unidade de reservação, o que proporcionaria alteração na dinâmica do líquido em movimento, resultando em novas pressões nos ramais.

Após o desenvolvimento de toda a metodologia para o estudo, e com um sensível aprofundamento do domínio dos conceitos e técnicas de dimensionamento das redes de distribuição de água, foi possível constatar que com essa limitação não foi possível determinar o tempo de reabastecimento das unidades de reservação dos sistemas e, se o reabastecimento é possível. Assim, fica a possibilidade para trabalhos futuros, de uma análise do fenômeno observado através do regime transitório, visando um estudo mais amplo dos resultados apresentados.

No entanto, com os dados obtidos, foi possível observar que para sistemas operando com intermitência no abastecimento, deve-se cogitar, além dos coeficientes de máxima vazão diária e máxima vazão horária, a adoção de variáveis que ponderem os picos de reabastecimentos do sistema como um todo, operando sob influência de rodízios de distribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218: Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1994.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
3. AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNÁNDEZ, M. F. Manual de hidráulica. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.
4. CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.
5. PORTO, R. M. Hidráulica básica. 4. ed. São Carlos: EESC-USP, 2006.
6. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema Cantareira. Plano de contingência II. São Paulo: Diretoria Metropolitana – M, 2014. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/noticias/20140930055501_Plano%20de%20Contingencia%20II%20-%20SABESP%20vs2.pdf>. Acesso em: 20 mar 2016.
7. TSUTIYA, M. T. Abastecimento de água. 4. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.