

CONFORTO DO SISTEMA HIDRÁULICO: DISTRIBUIÇÃO DESCENDENTE E MISTA EM UM APARTAMENTO DUPLEX

Gustavo da Rosa Machado (1), Nestor Back (2)

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1) gustavo_machado_@hotmail.com, (2) nestorback@yahoo.com.br

RESUMO

Para que se garanta bons níveis de conforto em instalações hidráulicas, há a necessidade do planejamento de um modelo de distribuição eficiente destas. Estudaram-se dois modelos de distribuição, aplicados em um apartamento duplex em condições de simultaneidade e não-simultaneidade. No Modelo I, a distribuição será descendente e no Modelo II, mista. As tubulações utilizadas serão plásticas, de PVC rígido marrom e PPR. Com a assistência do software Hydros V4, dimensionaram-se as instalações com o objetivo de atender aos pressupostos da NBR 5626/1998 e NBR 7198/1993 e otimizou-se o projeto de forma econômica. Com subsídio da base de dados TCPO 14, realizou-se a composição do custo e tempo de execução dos modelos. Embora mais dispendioso, o Modelo I é ideal para apartamentos duplex desde que o trecho inicial dos sub-ramais situe-se o mais próximo possível dos aparelhos mais críticos. Por consequência, tais aparelhos são mais bem favorecidos e os demais pontos são satisfatoriamente alimentados. Ao que concerne à água quente, os aparelhos críticos também são beneficiados. Em geral, o Modelo I apresenta menores pressões disponíveis residuais, o que reduz a chance de dano ao sistema hidráulico e a quantidade de água utilizada para um mesmo perfil de consumo residencial.

*Palavras-Chave: Conforto. Distribuição. Pressão Residual.
Não-simultaneidade. Simultaneidade.*

1. INTRODUÇÃO

Durante a elaboração do projeto hidráulico, condições básicas de conforto necessitam ser atendidas. As instalações hidráulicas devem abastecer de forma contínua os aparelhos e pontos de utilização de água fria e quente da edificação em quantidade e qualidade adequadas. (NBR 5626, 1998, p. 3).

O conceito de conforto pode ser entendido como a observância às normas brasileiras que concernem ao objeto de estudo do artigo, isto é, a NBR 5626/1998 - Instalação predial de água fria e NBR 7198/1993 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente; e ao desempenho do sistema hidráulico de modo que se ofereça às peças de utilização vazões satisfatórias e se atenda às exigências dos usuários.

A NBR 5626, segundo a própria, “estabelece exigências e recomendações relativas ao projeto, execução e manutenção da instalação predial de água fria” (1998, p. 2); e considera água fria aquela “à temperatura dada pelas condições do ambiente” (1998, p. 3).

A NBR 7198, conforme texto, “fixa as exigências técnicas mínimas quanto à higiene, à segurança, à economia e ao conforto dos usuários, pelas quais devem ser projetadas e executadas as instalações prediais de água quente” (1993, p. 1); e considera água quente aquela “para uso humano, cuja temperatura seja, no máximo, de 70°C” (1993, p. 1).

Para que se garanta bons níveis de conforto, há a necessidade do planejamento de um modelo de distribuição eficiente das instalações hidráulicas. Neste artigo serão estudados dois modelos de distribuição, descendente e mista, aplicados em um apartamento duplex. As tubulações utilizadas serão plásticas, de PVC rígido marrom e PPR.

“De modo geral, os materiais de matriz plástica apresentam como vantagens, além do baixo peso específico, o fato de serem isolantes elétricos, a possibilidade de coloração como parte integrante do material, o custo relativamente baixo, a facilidade de adaptação à produção em série e o fato de serem imunes à corrosão.” (NAKAMURA, 2014).

Com a assistência do software Hydros V4, as instalações serão dimensionadas com o objetivo de atender aos pressupostos da normas brasileiras citadas e otimizada de forma econômica.

Com subsídio da base de dados TCPO 14, será realizada a composição total do custo e tempo de execução dos modelos.

A água fria parte do reservatório superior e alimenta o edifício através de uma coluna principal de DN 50 mm que se origina no barrilete. O consumo será submetido à medição individualizada.

A tubulação de ambos os modelos segue as mesmas premissas de dimensionamento e é fabricada com mesmos materiais. Os pontos de utilização são os mesmos, porém o trajeto da tubulação difere.

O plano de referência será estabelecido no nível do Duplex Inferior, isto é, cota 0,00.

O pé-direito dos duplex é de 303 cm e a tomada d’água localiza-se na cota 13,00.

No Modelo I, a distribuição será descendente, conforme esquema da Figura 1. Os pontos A, B, C, D e E são pontos de utilização. A tubulação de água fria parte do hidrômetro individual e segue trajeto até o telhado, onde dará início às derivações. As dependências dos duplex inferior e superior serão abastecidas pelo teto e terão um registro de gaveta a 180 cm do piso acabado.

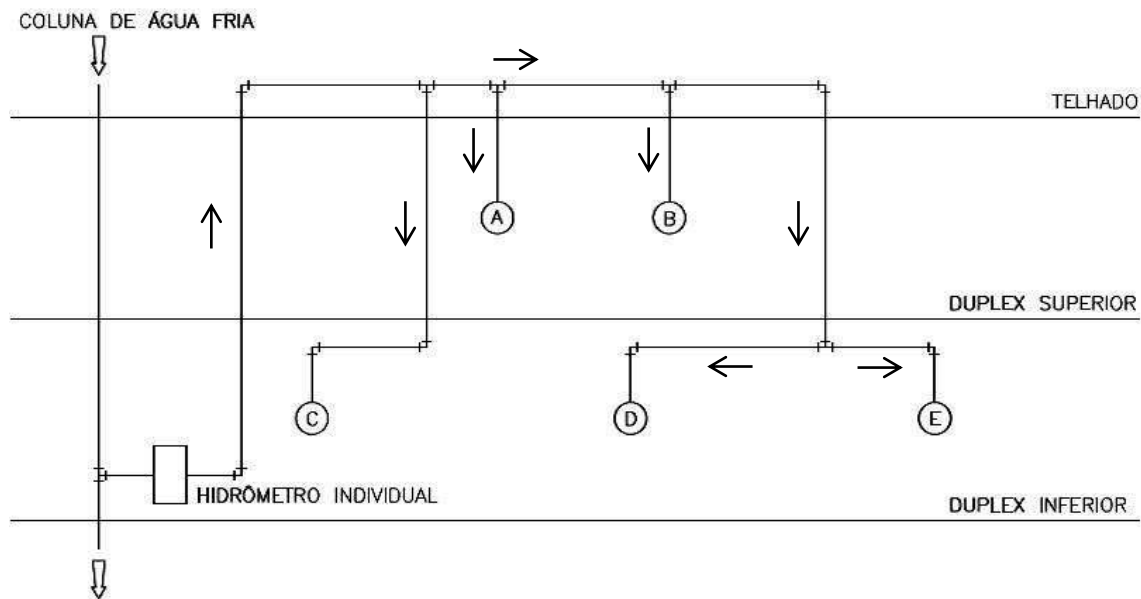


Figura 1 – Esquema do Modelo I (distribuição descendente)
Fonte: o autor (2016)

No Modelo II, a distribuição será mista, isto é, descendente e ascendente, conforme esquema da Figura 2. A tubulação de água fria parte do hidrômetro individual e segue um trajeto pelo teto do duplex inferior, por onde inicia as derivações. As dependências desse duplex serão abastecidas pelo teto e terão um registro de gaveta a 180 cm do piso acabado. As dependências do duplex superior serão abastecidas pelo piso e terão um registro de gaveta a 40 cm do piso acabado.

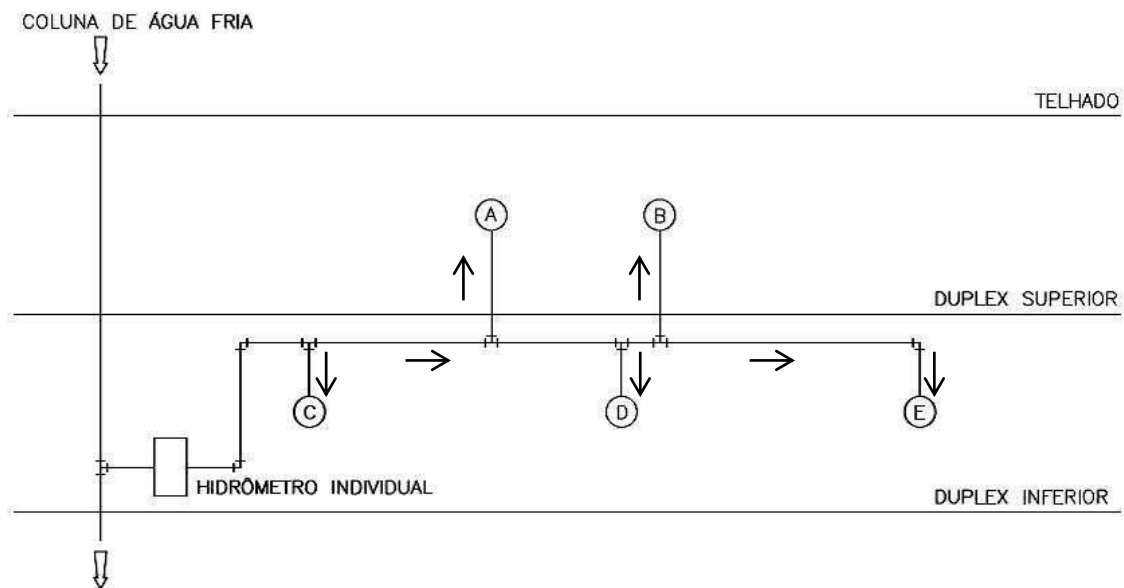


Figura 2 – Esquema do Modelo II (distribuição mista)
Fonte: o autor (2016)

O apartamento duplex será provido de tubulação para água quente Banho Suíte 01, Banho Suíte 02, Banho Suíte 03, Cozinha, Área de Serviço, Lavabo e Pia Terraço. O fornecimento dar-se-á através de um aquecedor de passagem, de onde a tubulação parte e distribui-se semelhantemente ao esquema de água fria respectivo de cada modelo.

1.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer comparação entre dois modelos de distribuição de instalações hidráulicas, descendente e mista, em um apartamento duplex, sobre pressões disponíveis residuais e tempo e custo de execução.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obtenção da pressão disponível residual nos pontos de utilização em condição de não-simultaneidade através de projeto;
- Obtenção da pressão disponível residual nos pontos de utilização em condição de simultaneidade através de projeto;
- Cálculo da redução de pressão disponível residual nos pontos de utilização em condição de simultaneidade;

- Determinação do custo de execução de cada modelo;
- Determinação do tempo de execução de cada modelo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A primeira etapa é constituída pela elaboração do projeto no software Hydros V4 da AltoQi. O dimensionamento do sistema hidráulico, nesta etapa, encaminha-se sob as configurações do programa, que faz observância à NBR 5626/1998 e NBR 7198/1993.

“As tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m/s.” (NBR 5626, 1998, p. 12).

O cálculo da perda de carga dar-se-á pelo método universal.

Segundo a NBR 5626 (1998, p. 28), “é usual estabelecer como provável uma demanda simultânea de água menor do que a máxima possível”, portanto será utilizado o método dos pesos relativos para o dimensionamento do sistema.

A segunda etapa é caracterizada pela obtenção do valor da pressão disponível residual para cada ponto de utilização em condição de não-simultaneidade e simultaneidade. Como o uso dos aparelhos, nesta etapa, é dado como evento certo, será adotada a demanda de água máxima possível.

Não-simultaneidade é a condição de funcionamento isolado de um aparelho, sem interferência de uso de outro.

Simultaneidade é a condição de funcionamento mútuo de aparelhos. Os conjuntos de aparelhos avaliados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Conjunto de aparelhos

Conjunto	Aparelhos
A	Chuveiro Banho Suite 01 (CH-BS1)
	Chuveiro Banho Suite 02 (CH-BS2)
	Chuveiro Banho Suite 03 (CH-BS3)
B	Chuveiro Banho Suite 02 (CH-BS2)
	Chuveiro Banho Suite 03 (CH-BS3)
C	Chuveiro Banho Suite 01 (CH-BS1)
	Pia Cozinha (PIA-COZ)
D	Lavatório Lavabo (LAV-LAV)
	Pia Cozinha (PIA-COZ)
E	Chuveiro Banho Suite 01 (CH-BS1)
	Chuveiro Banho Suite 02 (CH-BS2)
	Pia Cozinha (PIA-COZ)
F	Lavatório Lavabo (LAV-LAV)
	Tanque Serviço (TQ-SER)
	Pia Cozinha (PIA-COZ)

Fonte: o autor (2016)

A terceira etapa é composta pela orçamentação e pelo cálculo do tempo de execução dos modelos com fundamentação na base de dados TCPO 14. O software Hydros V4 fornece a lista de materiais resultante dos projetos. O preço unitário das conexões, tubos, metais e outros itens serão extraídos através de pesquisa de preços. A remuneração profissional da mão-de-obra, segundo convenção coletiva do SINDUSCON do Sul Catarinense (2016, p. 1), será de R\$1.915,00 para oficiais e R\$1.440,00 para serventes. Será considerada uma jornada de trabalho mensal de 220 horas, encargos sociais de 167,13% e desconsiderado o BDI.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 PRESSÃO DISPONÍVEL RESIDUAL NÃO-SIMULTÂNEA

A Tabela 2 demonstra a pressão disponível residual para a condição de não-simultaneidade dos aparelhos com utilização de água fria.

Tabela 2 – Pressão disponível residual não-simultânea: água fria (m.c.a.)

Dependência	Aparelho	Modelo	
		Mod. I	Mod. II
Banho Suíte 01	Chuveiro	6,78	6,73
	Banheira	7,55	7,01
	Lavatório #1	8,74	8,58
	Lavatório #2	8,77	8,61
	Caixa acoplada	9,31	9,25
Banho Suíte 02	Chuveiro	7,03	6,81
	Caixa acoplada	9,05	9,44
	Lavatório	8,54	8,95
Banho Suíte 03	Chuveiro	7,14	6,84
	Caixa acoplada	9,18	9,41
	Lavatório	8,58	8,93
Área de Serviço	Tanque	11,84	11,87
	Lavadora de roupas	11,15	11,19
Cozinha	Pia	10,52	11,18
	Lavadora de pratos	10,16	11,07
Lavabo	Caixa acoplada	12,19	12,24
	Lavatório	11,74	11,79
Dependência de Empregada	Chuveiro	10,63	10,64
	Lavatório	11,75	11,78
	Caixa acoplada	12,26	12,29
Terraço	Chuveiro	10,39	10,41
	Torneira Piscina	11,03	11,11
	Torneira Empregada	11,85	11,90
	Pia	11,04	11,18

Fonte: o autor (2016)

Tabela 3 – Resumo de pressões: água fria

Setor	Média (m.c.a.)	
	Mod. I	Mod. II
Duplex Inferior	11,27	11,43
Duplex Superior	8,24	8,23
Apartamento	9,88	9,97

Fonte: o autor (2016)

A Tabela 4 demonstra a pressão disponível residual para a condição de não-simultaneidade dos aparelhos com utilização de água quente.

Tabela 4 – Pressão disponível residual não-simultânea: água quente (m.c.a.)

Dependência	Aparelho	Modelo	
		Mod. I	Mod. II
Banho Suíte 01	Chuveiro	6,49	6,43
	Banheira	6,99	6,61
	Lavatório #1	8,54	8,43
	Lavatório #2	8,54	8,43
	Caixa acoplada	-	-
Banho Suíte 02	Chuveiro	6,92	6,89
	Caixa acoplada	-	-
	Lavatório	8,67	8,72
Banho Suíte 03	Chuveiro	7,00	6,95
	Caixa acoplada	-	-
	Lavatório	8,71	8,77
Área de Serviço	Tanque	11,06	11,70
	Lavadora de roupas	-	-
Cozinha	Pia	10,46	10,89
	Lavadora de pratos	-	-
Lavabo	Caixa acoplada	-	-
	Lavatório	11,62	11,71
Dependência de Empregada	Chuveiro	-	-
	Lavatório	-	-
	Caixa acoplada	-	-
Terraço	Chuveiro	-	-
	Torneira #1	-	-
	Torneira #2	-	-
	Pia	10,61	10,77

Fonte: o autor (2016)

Tabela 5 – Resumo de pressões: água quente

Setor	Média (m.c.a.)	
	Mod. I	Mod. II
Duplex Inferior	10,94	11,27
Duplex Superior	7,73	7,65
Apartamento	8,80	8,86

Fonte: o autor (2016)

Comparando-se os modelos, verificou-se que, em geral:

1. No duplex superior, o Modelo I disponibiliza pressão residual em quantidade superior ao Modelo II nos pontos críticos que estão muito próximos ao início dos sub-ramais, como no Banho Suíte 02 e Banho Suíte 03.
O trajeto a percorrer pela água nos sub-ramais até chegar a esses pontos é menor se comparada aos sub-ramais do Modelo II. Aos demais pontos é disponibilizada menor pressão residual por efeito da preponderância do comprimento da tubulação.
2. No duplex superior, o Modelo I disponibiliza pressão residual em quantidade superior ao Modelo II nos pontos de utilização que estão muito distantes do início do ramal, como no Banho Suíte 01.
A pressão estática referente à tomada de água no reservatório superior é menor no telhado, logo tubulações caudalosas que por ele percorrem requerem maior diâmetro para que se garanta a mínima pressão dinâmica, assim como se é requerido devido ao comprimento da tubulação. Pontos de utilização do duplex superior a jusante de tais tubulações contabilizarão menor perda de carga.
3. No duplex inferior, o Modelo I disponibiliza pressão residual em quantidade inferior ao Modelo II nos pontos de utilização.
O comprimento da tubulação do Modelo I torna-se preponderante por consequência do pequeno diâmetro presente nas tubulações do duplex inferior.
4. Em se tratando de água fria, o Modelo I disponibiliza pressão residual com baixo grau de diferença em relação ao Modelo II em regiões próximas ao trecho inicial do ramal, como Dependência de Empregada e Área de Serviço.
A característica da tubulação e o comprimento são semelhantes para ambos os modelos.
5. Nos demais casos, aparelhos que demandam pouca vazão – cerca de 0,15 litros por segundo ou menos – não apresentam diferença significativa quanto à pressão residual disponível, com vantagem para o Modelo II.

3.1.2 PRESSÃO DISPONÍVEL RESIDUAL SIMULTÂNEA

A Tabela 6 apresenta os conjuntos de aparelhos os quais estariam funcionando simultaneamente com utilização de água fria. PDR-N refere-se à pressão disponível residual não-simultânea e PDR-S, à pressão disponível residual simultânea.

Tabela 6 – Pressão disponível residual: água fria

Conjunto	Modelo	Aparelho	PDR-N (m.c.a.)	PDR-S (m.c.a.)	Perda (m.c.a.)	Perda (%)
A	Mod. I	CH-BS1	6,78	6,15	0,63	9,29
		CH-BS2	7,03	6,16	0,87	12,38
		CH-BS3	7,14	6,27	0,87	12,18
	Mod. II	CH-BS1	6,73	6,33	0,40	5,94
		CH-BS2	6,81	6,32	0,49	7,20
		CH-BS3	6,84	6,35	0,49	7,16
B	Mod. I	CH-BS2	7,03	6,53	0,50	7,11
		CH-BS3	7,14	6,64	0,50	7,00
	Mod. II	CH-BS2	6,81	6,56	0,25	3,67
		CH-BS3	6,84	6,59	0,25	3,65
C	Mod. I	CH-BS1	6,78	6,44	0,34	5,01
		PIA-COZ	10,52	10,23	0,29	2,76
	Mod. II	CH-BS1	6,73	6,52	0,21	3,12
		PIA-COZ	11,18	11,00	0,18	1,61
D	Mod. I	LAV-LAV	11,74	11,44	0,30	2,56
		PIA-COZ	10,52	10,32	0,20	1,90
	Mod. II	LAV-LAV	11,79	11,60	0,19	1,61
		PIA-COZ	11,18	11,05	0,13	1,16
E	Mod. I	CH-BS1	6,78	6,04	0,74	10,91
		CH-BS2	7,03	5,58	1,45	20,63
		PIA-COZ	10,52	9,23	1,29	12,26
	Mod. II	CH-BS1	6,73	6,26	0,47	6,98
		CH-BS2	6,81	6,22	0,59	8,66
		PIA-COZ	11,18	10,64	0,54	4,83
F	Mod. I	LAV-LAV	11,74	10,95	0,79	6,73
		TQ-SER	11,84	11,10	0,74	6,25
		PIA-COZ	10,52	9,78	0,74	7,03
	Mod. II	LAV-LAV	11,79	11,29	0,50	4,24
		TQ-SER	11,87	11,21	0,66	5,56
		PIA-COZ	11,18	10,52	0,66	5,90

Fonte: o autor (2016)

A Tabela 7 apresenta os conjuntos de aparelhos os quais estariam funcionando simultaneamente com utilização de água quente.

Tabela 7 – Pressão disponível residual: água quente

Conjunto	Modelo	Aparelho	PDR-N (m.c.a.)	PDR-S (m.c.a.)	Perda (m.c.a.)	Perda (%)
A	Mod. I	CH-BS1	6,49	4,29	2,20	33,90
		CH-BS2	6,92	4,72	2,20	31,79
		CH-BS3	7,00	4,93	2,07	29,57
	Mod. II	CH-BS1	6,43	3,93	2,50	38,88
		CH-BS2	6,89	4,39	2,50	36,28
		CH-BS3	6,95	4,61	2,34	33,67
B	Mod. I	CH-BS2	6,92	6,09	0,83	11,99
		CH-BS3	7,00	6,17	0,83	11,86
	Mod. II	CH-BS2	6,89	5,95	0,94	13,64
		CH-BS3	6,95	6,01	0,94	13,53
C	Mod. I	CH-BS1	6,49	5,29	1,20	18,49
		PIA-COZ	10,46	9,44	1,02	9,75
	Mod. II	CH-BS1	6,43	5,08	1,35	21,00
		PIA-COZ	10,89	9,74	1,15	10,56
D	Mod. I	LAV-LAV	11,62	10,56	1,06	9,12
		PIA-COZ	10,46	9,74	0,72	6,88
	Mod. II	LAV-LAV	11,71	10,52	1,19	10,16
		PIA-COZ	10,89	10,07	0,82	7,53
E	Mod. I	CH-BS1	6,49	3,77	2,72	41,91
		CH-BS2	6,92	4,20	2,72	39,31
		PIA-COZ	10,46	7,98	2,48	23,71
	Mod. II	CH-BS1	6,43	3,36	3,07	47,74
		CH-BS2	6,89	3,82	3,07	44,56
		PIA-COZ	10,89	8,10	2,79	25,62
F	Mod. I	LAV-LAV	11,62	8,80	2,82	24,27
		TQ-SER	11,06	7,53	3,53	31,92
		PIA-COZ	10,46	6,93	3,53	33,75
	Mod. II	LAV-LAV	11,71	9,04	2,67	22,80
		TQ-SER	11,70	9,61	2,09	17,86
		PIA-COZ	10,89	8,59	2,30	21,12

Fonte: o autor (2016)

Comparando-se os modelos, verificou-se que, em geral:

1. Tubulações compartilhadas por mais de um aparelho aumentam a perda de pressão residual devido a demanda conjugada de vazão, com consideração especial para tubulações de DN 25 mm.
2. Em se tratando de água fria, o Modelo I sofre maior perda de pressão residual, devido à preponderância do comprimento da tubulação.
3. Especial atenção deve ser dada aos conjuntos compostos por três ou mais aparelhos de água quente no duplex inferior.
4. As perdas de pressão residual em água quente serão maiores que as perdas em água fria devido ao maior comprimento da tubulação.

3.1.3 TEMPO E CUSTO DE EXECUÇÃO

A Tabela 8 apresenta o custo e tempo de execução de cada modelo.

Tabela 8 – Tempo e custo de execução

Modelo	Tempo de execução (h)	Custo de execução (R\$)
Mod. I	75,99	5.919,10
Mod. II	67,57	5.075,12

Fonte: o autor (2016)

O custo para executar o Modelo I é 16,63% maior que o Modelo II e necessita cerca de 12,46% mais tempo para ser executado.

4. CONCLUSÕES

No duplex analisado existem pontos de utilização críticos, que requerem especial atenção. Aos chuveiros é conferida desfavorabilidade hidráulica em função da elevação, isto é, estão situados nas regiões mais altas do apartamento. A banheira exige maior demanda de água, portanto a perda de carga será maior e a esta exigência soma-se, também, a elevação. Para os dois tipos de pontos de utilização há a tendência de disponibilização de menor pressão residual.

O Modelo I é ideal para o apartamento duplex desde que o trecho inicial dos sub-ramais situe-se o mais próximo possível dos aparelhos críticos. Por consequência, tais aparelhos são mais bem favorecidos e os demais pontos são satisfatoriamente alimentados. Ao que concerne à água quente, os aparelhos críticos também são beneficiados.

O perfil de consumo residencial de água é um fator importante para a análise a longo prazo do sistema hidráulico e depende de família para família. O tempo de utilização dos aparelhos interfere na conta de água, uma vez que os que dispõem de maior pressão disponível residual apresentam maior vazão efetiva e, por consequência, maior consumo e maior probabilidade de desperdício de água.

Problemas no sistema hidráulico, como vazamentos, golpes de aríete, escorrimentos, ruídos e falhas estão associados à quantidade de pressão nos aparelhos e tubulações. Quanto maior a pressão, maior a chance de provocar dano. Em geral, o Modelo I apresenta menores pressões disponíveis residuais, o que reduz a chance de dano ao sistema hidráulico e a quantidade de água utilizada para um mesmo perfil de consumo residencial.

No mercado existem diversos modelos de chuveiros com vazão ideal superior ao tabelado pela NBR 5626, portanto é essencial que no ponto de utilização deste aparelho se apresente maior pressão disponível residual para atender às exigências dos usuários, assim como apresenta o Modelo I.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993. 6 p.

TCPO: tabelas de composição de preços para orçamentos. 14. ed São Paulo: PINI, 2012. 659 p. ISBN 9788572662512 (enc.).

S3ENG. AltoQi Hydros [programa de computador em CD-ROM]. V4-R4. Florianópolis: jul. 2004. 1 CD-ROM.

Sindicato da Indústria da Construção Civil do Sul Catarinense – SINDUSCON.
Convenção coletiva de trabalho: período 01/05/2016 a 30/04/2017. Criciúma, 24 maio 2016.

NAKAMURA, Juliana. Conheça as propriedades dos principais tipos de plásticos usados nos produtos e sistemas construtivos. *Téchne* [Internet]. 2014 Abr [citado em 23 ago. 2016]; edição 205. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/205/artigo310744-1.aspx>