

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE DIFERENTES TIPOS DE TUBULAÇÕES NAS REDES DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

Juliana Zanellato Possamai (1), Nestor Back (2).

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense
(1)juli-miga@hotmail.com, (2) nrbk@unesc.net

RESUMO

A procura por processos mais eficientes e eficazes no meio da construção civil é crescente. A cada dia, são desenvolvidas inovações tecnológicas a fim de melhorar os processos, diminuir prazos e cortar custos. Perante isso se faz necessário uma análise comparativa dos diferentes tipos de tubulações que hoje são fornecidas no mercado da construção civil, como o Polipropileno Copolímero Random (PPR), o Polietileno Reticulado (PEX) e o Policloreto de Vinila (PVC). A pesquisa baseou-se em uma edificação multifamiliar onde foram dimensionados os pontos hidráulicos, para o cálculo da vazão, do diâmetro e da perda de carga de cada sistema, com isso analisou-se a eficiência, o custo de instalação e manutenção de cada sistema para esta edificação. Observou-se que em relação à eficiência e manutenção o sistema PEX, se torna mais viável, porém em relação a material e instalação o mais viável ainda é o PVC.

Palavras-chave: Polietileno Reticulado, PEX, PVC, PPR, Instalações Hidráulicas.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil convencional passa por um processo de industrialização, gerando assim, novas formas de construções e instalações. Em geral, as leis de mercado determinam os caminhos da evolução tecnológica, mas, no caso das instalações hidráulicas, as demandas por desempenho têm papel fundamental. Tendo nas conexões seus pontos mais vulneráveis, o mercado buscou desenvolver soluções que as viabilizassem de forma mais produtiva e eficaz, assim surgiu vários tipos de tubos e conexões, como PPR, PEX, e o tradicional PVC. Com essa variedade de materiais, as construtoras se perguntam qual é o tipo de tubulação mais viável tecnicamente e economicamente para as edificações.

Conforme o Instituto do PVC, “o PVC é um polímero obtido a partir do cloreto de vinila, um monômero formado pela reação de cloro (57% em peso do polímero) e eteno (43% em peso)”. Devido a grande quantidade de benefício, como versatilidade e sustentabilidade, adquiridos com a utilização do PVC, este apresenta grande destaque no cenário mundial. Na construção civil, sempre se buscou alternativas



para a captação, tratamento, distribuição de água e saneamento, sendo que o PVC se mostra uma boa opção, pois é totalmente seguro no contato com a água potável que é fornecida para consumo humano, proporciona elevada produtividade na instalação e estanqueidade, evitando perdas de água e contaminação do lençol freático, as instalações tem baixo custo de aquisição e instalação, e posterior manutenção, além de uma vida útil maior. As tubulações e conexões de PVC podem ser soldáveis ou roscáveis, o sistema de junta soldável é atualmente o mais utilizado, pelas vantagens que proporciona, como facilidade de execução; rapidez de montagem; economia pela redução das perdas; dispensa do uso de ferramentas especiais.

O polipropileno (PPR) é uma resina que tem como principal componente o petróleo. É um produto que possui maior resistência à alta temperatura e alta pressão e maior durabilidade. (Catálogo Predial Amanco, 2011). As instalações de PPR têm como característica maior resistência a impactos. Outros fatores são: a redução do problema de ruídos nas instalações hidráulicas, pois apresenta um maior isolamento acústico; oferece maior segurança a seus usuários, além da alta tecnologia e reciclável. (Catálogo predial Amanco, 2011). A execução da instalação em PPR necessita de mão de obra especializada e equipamento próprio, pois é utilizado o sistema de termofusão. O processo de soldagem por termofusão é prático e muito simples em relação a outros processos de soldagem tradicionais. Com o auxílio do termofusor, ferramenta especialmente desenvolvida para esta atividade, o tubo e a conexão são unidos molecularmente a uma temperatura de 260°C, formando um sistema contínuo entre tubos e conexões, evitando que ocorram vazamentos.

O polietileno reticulado (PEX) é originado do polietileno, este é um polímero termoplástico que consiste em longas cadeias de monômero de etileno ou eteno. A reticulação é um processo químico que o polietileno termoplástico sofre durante o processo de fabricação do tubo, transformando em um novo material que passamos a chamar de polietileno reticulado (PEX). É um sistema de tubulação plástico que pode ser utilizado nas instalações hidráulicas prediais tanto para água quente, quanto para água fria. De todas as suas características, a flexibilidade é a mais importante, a capacidade de fazer curvas com a mangueira PEX permite utilizar menos conexões, como joelhos e cotovelos evitando o risco de vazamentos, além



de ser o melhor trajeto para a água, isso reduz em até dez vezes o tempo médio de instalação em relação ao sistema convencional de PVC (Revista Techne,2012). O processo executivo é considerado bem simples, porém necessita de prática. O PEX por ser pouco difundido, não está disponível em qualquer local, sendo sua aquisição diretamente de fornecedor especializado. Para analisar a viabilidade de cada sistema de tubulação é necessário o dimensionamento adequado de acordo com cada sistema.

A palavra dimensionamento está relacionada com a arte de determinar dimensões e grandezas. A NBR 5626(1998) fixa as exigências e os critérios para o dimensionamento das canalizações de água fria. Tendo em vista a conveniência sob o aspecto econômico, toda a instalação de água fria deve ser dimensionada trecho a trecho. Para melhor visualização da rede de distribuição de água fria, desenham-se os compartimentos sanitários em perspectiva isométrica. No dimensionamento são calculados parâmetros hidráulicos como vazão, velocidade, perda de carga e pressão. A vazão em toda a rede de água fria deve ser tal que atenda às condições mínimas estabelecidas no projeto, evitando que o uso simultâneo de peças de utilização possa acarretar redução de vazão. Conforme a NBR 5626 (1998), por razões de economia, é usual estabelecer como provável uma demanda simultânea de água menor do que a máxima possível. Essa demanda simultânea pode ser estimada tanto pela aplicação da teoria das probabilidades, como a partir da experiência acumulada na observação de instalações similares. A quantidade de cada tipo de peça de utilização alimentada pela tubulação, que está sendo dimensionada, é multiplicada pelos correspondentes pesos relativos e a soma dos valores obtidos nas multiplicações de todos os tipos de peças de utilização constitui a somatória total dos pesos. Esse somatório é convertido na demanda simultânea total do grupo de peças de utilização considerado, que é expressa como uma estimativa da vazão a ser usada no dimensionamento da tubulação.

A perda de carga pode ser classificada ao longo da tubulação, localizadas ou acidentais. A perda de carga ao longo da tubulação ocorre devido ao atrito interno das moléculas do líquido e também devido ao atrito externo do líquido com as paredes da tubulação. As canalizações são formadas por tubos retílineos e também por diversas peças especiais, tais como peças de derivação, peças de ampliação ou



redução, curvas, registros, etc. Todas estas peças especiais causam turbulência no escoamento dos líquidos responsáveis por novas perdas de carga chamadas perdas de carga localizadas (BACK, 2006). Há inúmeras fórmulas para se determinar a perda de carga de uma tubulação. A Fórmula Universal, além de ser mais exata e indicada para sistemas mais complexos, é a única aplicável em dimensionamentos que envolvem quaisquer tipos de fluidos e temperaturas. Há também a fórmula Hazen-Willians, que segundo Back, 2006, “atualmente é uma das fórmulas com maior aceitação em vários países da América e Europa. Esta tem a vantagem de apresentar bons resultados práticos, para grande amplitude de diâmetros possíveis e aplicação para todos os materiais industriais. Outra vantagem é a comprovação experimental e o estabelecimento dos coeficientes para os materiais mais comumente utilizados na hidráulica”. Já as perdas de carga localizadas, também chamadas de perdas acidentais ou singulares, são ocasionadas por mudanças de seção de escoamento e/ou de direção da corrente. Estas peças causam uma perturbação no escoamento que leva a conversão de parte da energia cinética em calor, resultando em perda de energia ou perda de carga, elas assumem grande importância no caso de condutos com muitas peças e comprimento relativamente curto, como em instalações prediais e no caso de tubulações de sucção da bomba.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para obtenção dos resultados esperados e apresentação de respostas ao questionamento a que foi proposto este trabalho, primeiramente foi realizada uma explanação sobre os diferentes tipos de materiais de tubulação existente no mercado, estabelecendo suas diferenças e configurações.

Utilizou-se como base um projeto arquitetônico de um edifício com 3 pavimentos composto por dois pavimentos com 6 apartamentos por andar, e um pavimento com garagem, no térreo. De acordo com utilizando a norma brasileira NBR 5626(1998), foi elaborado um projeto hidráulico dos sub-ramais dos banheiros, cozinhas, áreas de serviço e varanda, utilizando tubulação em PVC, PPR e PEX.

Foi realizado inicialmente o dimensionamento da tubulação de PVC, sendo que o primeiro item analisado foi o esquema isométrico dos sub-ramais. Para isso foi necessário: inicialmente traçar a planta cega do compartimento com esquadro de

60°; locou-se os eixos dos pontos de consumo de água; traçou-se uma linha pontilhada do eixo das peças até a altura dos pontos de consumo; traçam-se os sub-ramais internos, unindo os pontos de consumo e numerando-os por trecho.

Na continuidade foi determinado para cada trecho enumerado dos sub-ramais a soma dos pesos relativos de cada aparelho que o compõe, através da tabela da norma NBR 5626(1998), que fornece os pesos conforme o aparelho.

Com os pesos relativos encontrados para cada trecho, calculou-se as vazões desses respectivos trechos dos sub-ramais utilizando a fórmula (2-1) que a norma NBR 5626 preconiza para cálculo da vazão:

$$Q = 0,3 * \sqrt{\Sigma P} \quad (2-1)$$

Onde: Q = vazão, encontrada para o trecho (m³/s), ΣP = somatório dos pesos relativos do trecho (m).

Em seguida determinou-se o diâmetro dos respectivos trechos, através do ábaco de diâmetros de tubos de PVC rígido e vazões em função da soma dos pesos, que se encontra do Catalogo Predial da Tigre (2010). Calculou-se a perda de carga unitária, para este cálculo foi utilizado a fórmula (2-2), uma adaptação da fórmula de perda de carga de Hazen-Willians, para tubos de PVC:

$$J = \frac{0,571 \cdot Q}{\sqrt{55,934 \cdot D^{2,714}}} \quad (2-2)$$

Onde: J = perda de carga unitária (m/m), Q = vazão, encontrada para o trecho (m³/s), D = diâmetro interno encontrado para o trecho (m), J = perda de carga unitária (m/m).

Determinou-se o comprimento equivalente (Leq) das conexões existente em cada trecho dos sub-ramais, conforme projeto hidráulico. Para determinação do comprimento equivalente dessas conexões, utilizou-se a tabela da NBR 5626, referente ao comprimento equivalente de cada conexão. Após determinou-se o comprimento de cada conexão, somando as conexões de cada trecho. Mediu-se o comprimento real (Lr) da tubulação em cada trecho, conforme desenho isométrico.

Determinou-se o comprimento total (L_t) da tubulação para cada trecho, somando o comprimento real e o somatório do comprimento equivalente, conforme fórmula (2-3).

$$L_t = L_{eq} + L_r \quad (2-3)$$

Onde: L_t = comprimento total de conduto do trecho (m), L_{eq} = comprimento equivalente (m), L_r = comprimento real (m).

Em seguida determinou-se a perda de carga total de cada trecho através da fórmula (2-4).

$$h_f = J \times L_t \quad (2-4)$$

Onde: h_f = perda de carga total do conduto (m), L = comprimento do conduto (m), J = perda de carga unitária (m/m).

Realizado o dimensionamento da tubulação de PVC, dimensionou-se a tubulação de PPR. Determinou-se a vazão, o peso relativo, o diâmetro, o comprimento real, seguindo as mesmas orientações da tubulação de PVC. Em seguida determinou-se a perda de carga unitária dos tubos de PPR, através da tabela 1, apresentada pela empresa Amanco (2006), nos catálogos de tubulações em PPR, nesta tabela, entrou-se com a vazão e o diâmetro, encontrando assim a perda de carga e a velocidade.

Na continuidade determinou-se o comprimento equivalente (L_{eq}) das conexões existente em cada trecho dos sub-ramais, conforme tabela 2, também apresentada pela empresa Amanco, após determinado o comprimento para cada conexão, somou-se esses comprimentos para cada trecho. Calculou-se a perda de total de cada trecho, através da fórmula (2-5):

$$h_f = L_t * J + \sum R * \frac{(V)^2}{2 * g} \quad (2-5)$$

Onde: h_f = perda de carga total do conduto (m), L_t = comprimento do conduto (m), J = perda de carga unitária, $\sum R$ = somatório conexões, V = velocidade, g = gravidade.

Tabela 1 – Perdas de carga nos tubos e velocidade, para tubos de PPR.

Q (l/s)	J	20	25	32	40	50
	v					
0,05	J	0,020	0,007	0,002	0,001	0,000
	v	0,37	0,23	0,14	0,09	0,06
0,10	J	0,066	0,022	0,007	0,002	0,001
	v	0,73	0,46	0,28	0,18	0,12
0,15	J	0,136	0,074	0,014	0,005	0,002
	v	1,10	0,92	0,42	0,27	0,17
0,20	J	0,224	0,154	0,023	0,008	0,003
	v	1,46	1,39	0,57	0,36	0,23
0,30	J	0,466	0,258	0,047	0,016	0,006
	v	2,19	1,85	0,85	0,54	0,35
0,40	J	0,782	0,384	0,079	0,027	0,009
	v	2,92	2,31	1,15	0,72	0,46
0,50	J	1,176	0,534	0,118	0,040	0,014
	v	3,65	2,77	1,42	0,90	0,58
0,60	J	1,641	0,707	0,164	0,055	0,019
	v	4,35	3,23	1,70	1,08	0,69
0,70	J	2,192	0,906	0,215	0,072	0,025
	v	5,12	3,76	1,98	1,26	0,81
0,80	J		1,124	0,276	0,091	0,031
	v		4,16	2,27	1,44	0,92
0,90	J		1,367	0,340	0,113	0,039
	v		4,62	2,55	1,62	1,04
1,00	J		1,909	0,411	0,137	0,047
	v		5,54	2,85	1,80	1,16

Fonte: Amanco, 2006.

Tabela 2 – Perdas de carga localizadas para tubos de PPR.

Descrição	Coefficiente de resistência localizada
Luva simples F/F - PPR	0,25
Bucha de Redução M/F – PPR (reduzir até 2 diâmetros)	0,55
Bucha de Redução M/F - PPR	0,85
Joelho 90° F/F - PPR	2,00
Joelho 45° F/F - PPR	0,60
Tê F/F/F - PPR	1,80
Tê F/F/F de Redução Central - PPR	3,60
Tê F/F/F - PPR	1,30
Tê F/F/F de Redução Central - PPR	2,60
Tê F/F/F - PPR	4,20
Tê F/F/F de Redução Central - PPR	9,00
Tê F/F/F - PPR	2,20
Tê F/F/F de Redução Central - PPR	5,00
Tê F/F/F com Rosca Central Metálica - PPR	0,80
Adaptador de Transição	0,40
Luva de Transição - PPR	0,85
Joelho 90° com Inseto Metálico - PPR	2,70
Joelho 90° com Inseto Metálico e Redução- PPR	3,50
Misturador - PPR	2,00

Fonte: Amanco, 2006.

Realizado o dimensionamento da tubulação em PVC e PPR, dimensionou-se a tubulação de PEX. Determinou-se a vazão, o peso relativo, o diâmetro o comprimento real, seguindo as mesmas orientações da tubulação de PVC E PPR. Determinou-se a perda de carga unitária dos tubos de PEX, através da tabela da figura 3, nesta tabela, entra-se com a vazão e o diâmetro, assim encontra-se a perda de carga e a velocidade. Na continuidade determinou-se a perda de carga total conforme fórmula (2-4).

Tabela 3 – Tabela para dimensionamento dos tubos e cálculo da perda de carga.

Diâmetro	v = 0,4 m/s		v = 0,6 m/s		v = 0,8 m/s		v = 1,0 m/s		v = 1,2 m/s		v = 1,4 m/s		v = 1,6 m/s	
	Q (l/s)	J (m/m)	Q (l/s)	J (m/m)	Q (l/s)	J (m/m)	Q (l/s)	J (m/m)	Q (l/s)	J (m/m)	Q (l/s)	J (m/m)	Q (l/s)	J (m/m)
12 mm	0,02	0,0395	0,03	0,07832	0,04	0,12823	0,06	0,1888	0,07	0,2596	0,08	0,34045	0,09	0,43126
16 mm	0,05	0,0235	0,07	0,04686	0,10	0,07709	0,12	0,0139	0,14	0,1570	0,17	0,20633	0,19	0,2618
20 mm	0,08	0,0165	0,12	0,03308	0,16	0,05459	0,21	0,0808	0,25	0,1116	0,29	0,14682	0,33	0,18648
25 mm	0,13	0,0122	0,20	0,02456	0,26	0,04062	0,33	0,0602	0,39	0,0833	0,46	0,10971	0,52	0,13946
32 mm	0,22	0,0088	0,32	0,01782	0,43	0,02955	0,54	0,0439	0,65	0,0608	0,75	0,08012	0,86	0,10194

Fonte: Barbi espanhola, 2012.

Comparou-se os resultados de perda de carga obtidos para os três tipos de tubulações consideradas, mostrando os resultados em uma tabela.

Realizou-se uma pesquisa no comércio de materiais de construção civil da região, por telefone, sendo aplicadas as seguintes perguntas: Trabalham com tubos e conexões em PVC? Trabalham com tubos e conexões em PPR? Trabalham com tubos e conexões em PEX?

Faz-se um gráfico com os resultados obtidos na pesquisa com o comércio da região. Orçou-se esses diferentes tipos de tubulações, conforme quantitativos levantados nos dimensionamentos isométricos nos sub-ramais. Comparou-se os orçamentos das tubulações. Realizou-se uma pesquisa com profissionais executores desse tipo de instalação na região, visando identificar o conhecimento deles com esses novos materiais. Comparar todos os dados obtidos, identificando qual seria o mais eficiente tecnicamente e economicamente para este empreendimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O dimensionamento apresentado nas tabelas 1, 2 e 3 são para as tubulações de PVC, PPR e PEX. Ao término dos dimensionamentos foi realizado um comparativo econômico para a execução de ambos os sistemas.

Tabela 4 – Dimensionamento para tubo de PEX.

Ambiente	Trecho	Aparelho	Pesos		Vazão Q (l/s)	Diâmetro (mm)	Comp Real (m)	Perda de carga	
			unit.	acum.				unit. (m/m)	Total (m)
Banheiro Social	1-4	chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	3,48	0,0122	0,042
	3-4	vaso	0,3	0,3	0,16	25	1,38	0,0175	0,024
Área de serviço e cozinha	2-4	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	2,42	0,0175	0,042
	1-3	MLR	1,0	1,0	0,3	25	2,25	0,0522	0,12
	2-3	Tanque	0,7	0,7	0,25	25	1,35	0,0406	0,054
Varanda	3-5	pia	0,1	0,1	0,095	25	1,93	0,0122	0,064
Banheiro Suite	1-2	pia	0,1	0,1	0,095	25	1,66	0,0122	0,020
	1-3	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	3,41	0,0175	0,11
	2-3	vaso	0,3	0,3	0,16	25	1,84	0,0175	0,032
Banheiro Social	3-5	chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	3,24	0,0122	0,039
	1-2	chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	2,86	0,0122	0,035
	3-2	vaso	0,3	0,3	0,16	25	2,15	0,0175	0,038
	5-2	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	2,58	0,0122	0,031

Fonte: Autor.

Tabela 5 – Dimensionamento para tubo de PVC.

Ambiente	Trec o	Aparelho	Pesos		Vazão Q (l/s)	Diâmet o (mm)	Comprimento			Perda de carga	
			unit.	acum.			Real (m)	Equiv. (m)	Total (m)	unit. (m/m)	Total (m)
Banheiro Social	1-3	chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	2,95	14,60	17,55	0,0009	0,165
	3-4	chuveiro	0,1	0,1	0,30	25	0,35	4,80	5,15	0,0314	0,16
		vaso	0,3	0,4							
	2-4	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	0,92	4,80	5,72	0,0244	0,14
	4-5	chuveiro	0,1	0,1	0,25	25	2,66	3,80	6,46	0,0508	0,33
vaso		0,3	0,4								
lavatório		0,3	0,7								
Área de serviço e cozinha	1-2	MLR	1,0	1,0	0,3	25	1,13	3,20	4,33	0,07	0,30
	2-3	MLR	1,0	1,0	0,39	25	1,53	3,44	4,97	0,111	0,55
		tanque	0,7	1,7							
	4-5	pia	0,3	0,3	0,095	25	1,84	5,00	6,84	0,0093	0,064
Varanda	1-2	pia	0,3	0,3	0,095	25	4,64	7,40	12,04	0,0093	0,11
Banheiro Suíte	1-2	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	1,40	3,20	4,60	0,0244	0,11
	2-5	lavatório	0,3	0,3	0,23	25	4,87	6,20	11,07	0,044	0,49
vaso		0,3	0,3								
chuveiro		0,1	0,1	0,095	25	1,72	16,20	17,92	0,0093	0,17	
Banheiro Social	1-2	chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	1,72	16,20	17,92	0,0093	0,17
	5-4	vaso	0,3	0,3	0,16	25	1,15	3,20	4,35	0,0244	0,11
	5-3	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	0,6	3,60	4,20	0,0244	0,1
	5-6	lavatório	0,3	0,3	0,23	25	6,34	6,20	12,54	0,044	0,55
		vaso	0,3	0,6							

Fonte: Autor.

Tabela 6 – Dimensionamento para tubo de PPR.

Ambiente	Trec ho	Aparelho	Pesos		Vazão Q (l/s)	Diâmet ro (mm)	Comprimento			Perda de carga		
			unit.	acum.			Real (m)	Equiv. (m)	Unit. (m)	Conexões (m)	unit. (m/m)	Total (m)
Banheiro Social	1-3	chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	2,95	16,70	0,022	0,18	0,065	0,245
	3-4	chuveiro	0,1	0,1	0,30	25	0,35	5,80	0,074	0,25	0,026	0,276
		vaso	0,3	0,4								
	2-4	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	0,92	5,80	0,045	0,14	0,041	0,181
	4-5	chuveiro	0,1	0,1	0,25	25	2,66	4,00	0,154	0,39	0,410	0,80
vaso		0,3	0,4									
lavatório		0,3	0,7									
Área de serviço e cozinha	1-2	MLR	1,0	1,0	0,3	25	1,13	5,20	0,189	0,7	0,214	0,914
	2-3	MLR	1,0	1,0	0,39	25	1,53	3,44	0,258	0,7	0,395	1,095
		tanque	0,7	1,7								
	4-5	pia	0,3	0,3	0,095	25	1,84	5,00	0,002	0,06	0,040	0,105
Varanda	1-2	pia	0,3	0,3	0,095	25	4,64	7,40	0,022	0,10	0,102	0,210
Banheiro Suíte	1-2	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	1,40	3,20	0,045	0,13	0,063	0,193
	2-5	lavatório	0,3	0,3	0,23	25	4,87	6,20	0,122	0,59	0,594	1,184
vaso		0,3	0,3									
3-4		chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	1,72	16,20	0,022	0,19	0,038	0,228
Banheiro Social	1-2	chuveiro	0,1	0,1	0,095	25	1,72	16,20	0,022	0,19	0,038	0,228
	5-4	vaso	0,3	0,3	0,16	25	1,15	3,20	0,045	0,08	0,052	0,132
	5-3	lavatório	0,3	0,3	0,16	25	0,6	3,60	0,045	0,09	0,027	0,117
	5-6	lavatório	0,3	0,3	0,23	25	6,34	6,20	0,122	0,59	0,773	1,363
		vaso	0,3	0,6								

A diferença básica entre o sistema de tubulação PVC e PPR, para o PEX, no que diz respeito ao método de abastecimento de água, são as conexões. No sistema de tubos de PVC e PPR, são necessárias várias conexões para cada mudança de direção, já no sistema PEX, não há a necessidade de conexões, pelo fato de os tubos serem flexíveis e poder ser feito curvas nas mudanças de direção, isso além de diminuir a perda de carga, faz com que não ocorram vazamentos nas emendas, pelo fato de não haver emendas.

Tabela 7 – Tabela comparativa de perda de carga.

Ambiente	Trecho	Aparelho	Perda de carga			
			PVC	PPR	PEX	
Banheiro Social	1-3	chuveiro	0,164	0,245	0,042	
	3-4	chuveiro	0,16	0,276	0,024	
		vaso				
	2-4	lavatório	0,14	0,181	0,042	
		4-5				chuveiro
						vaso
		lavatório	0,33	0,800		
área de serviço e cozinha	1-2	MLR	0,30	0,914	0,12	
	2-3	MLR	0,55	1,095	0,055	
		tanque				
	4-5	pia	0,064	0,105	0,064	
Varanda	1-2	pia	0,11	0,210	0,02	
Banheiro Suíte	1-2	lavatório	0,11	0,193	0,11	
	2-5	lavatório	0,49	1,184	0,032	
		vaso				
	3-4	chuveiro	0,17	0,228	0,039	
Banheiro social	1-2	chuveiro	0,17	0,228	0,034	
	5-4	vaso	0,11	0,132	0,038	
	5-3	lavatorio	0,1	0,117	0,031	
	5-6	lavatório	0,55	1,363		
		vaso				

Fonte: Autor.

Como pode ser visto na tabela 4, para o dimensionamento apresentado nos desenhos isométricos, o sistema de tubulação em PEX, apresenta uma menor perda de carga, em relação às outras tubulações, pelo fato de não apresentar conexões nos trajetos até os aparelhos, e por ter uma rugosidade absoluta de 0,004, o que faz com que a parede do tubo seja bem lisa. O sistema PPR obteve uma perda de carga

mais elevada em relação aos demais tubos, isso se deve a rugosidade absoluta do tubo que é de 0,007 e pelo coeficiente de resistência localizada que foi utilizado para calcular a perda de carga nas conexões, esses valores são relativamente maiores que os do PVC.

Com o dimensionamento dos sub-ramais de água fria para os tubos de PVC, PPR e PEX foi possível listar todos os materiais que são necessários para a execução dos sub-ramais. Tais materiais, suas quantidades, e preços, podem ser observados na tabela 9,10 e 11.

Tabela 8 – Custo material do tubo de PVC.

Material	Unidade	Quant.	Preço und.	Preço Total
Tubo de PVC soldável \varnothing 25 mm	m	40	R\$ 1,21	R\$ 48,40
Joelho PVC soldável 90° \varnothing 25 mm	und	28	R\$ 0,15	R\$ 4,20
Tê PVC soldável \varnothing 25 mm	und	10	R\$ 0,34	R\$ 3,40
Registro de Pressão 3/4"	und	3	R\$ 25,64	R\$ 76,92
Registro de Gaveta 3/4"	und	6	R\$ 21,85	R\$ 131,10
Total				R\$ 264,02

Fonte: Autor.

Tabela 10 – Custo material do tubo de PPR.

Material	Unidade	Quant.	Preço und.	Preço Total
Tubo de PPR soldável \varnothing 25 mm	m	40	R\$ 4,99	R\$ 199,60
Joelho PPR 90° \varnothing 25 mm	und	28	R\$ 1,64	R\$ 45,92
Tê PPR soldável \varnothing 25 mm	und	10	R\$ 2,43	R\$ 24,30
Registro de Pressão 3/4"	und	3	R\$ 25,64	R\$ 76,92
Registro de Gaveta 3/4"	und	6	R\$ 21,85	R\$ 131,10
Total				R\$ 477,84

Fonte: Autor.

Tabela 11 – Custo material do tubo de PEX.

Material	Unidade	Quant.	Preço und.	Preço Total
Tubo de PEX \varnothing 25 mm	m	40	R\$ 4,99	R\$ 199,60
Joelho PEX prensar \varnothing 25 mm	und	10	R\$ 19,24	R\$ 192,40
Distribuidor com 3 saídas	und	5	R\$ 26,88	R\$ 134,40
Registro de Pressão 3/4"	und	3	R\$ 25,64	R\$ 76,92
Total				R\$ 603,32

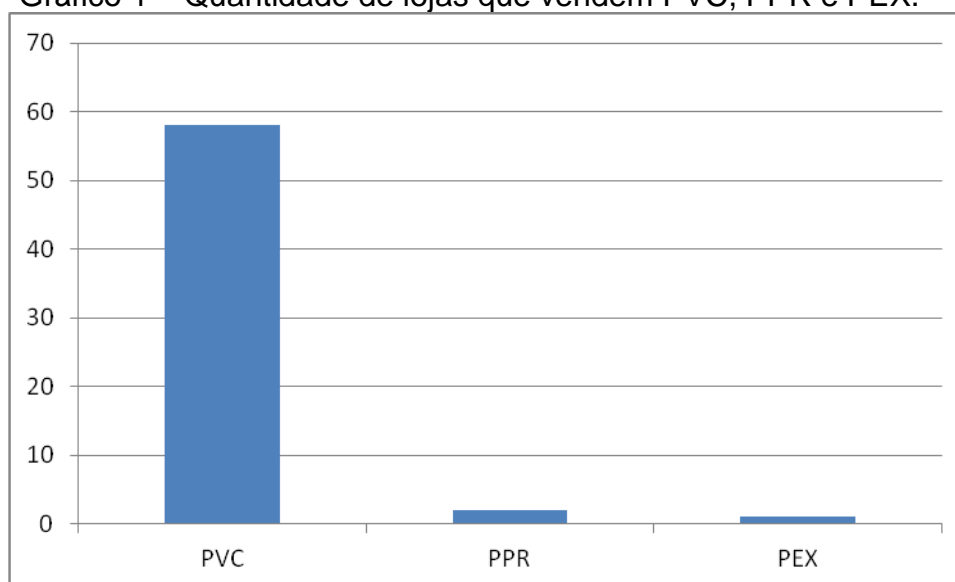
Fonte: Autor.

O custo dos materiais necessários para a execução do sistema de PVC apresentou um valor de R\$264,02, o de PPR, R\$477,84 e o PEX, R\$ 603,32, como pode ser

visto nas tabelas 9,10 e 11, sendo assim o sistema PVC apresentou o menor custo de materiais, ficando 44,75 % mais barato que PPR e 56,24 % que o PEX.

Esse baixo custo dos tubos de PVC, está ligado ao fato de a tubulação ser bem conhecida em todo o mundo e ser de fácil compra em qualquer região do país, como pode ser visto no gráfico 1, onde das 58 lojas pesquisadas da região, todas disponham de tubos e conexões de PVC para a venda, enquanto que os tubos de PPR é possível comprar em duas lojas e o PEX em apenas uma. Isto se deve ao fato desses dois últimos tubos não serem conhecidos dos profissionais da área como também das pessoas em geral.

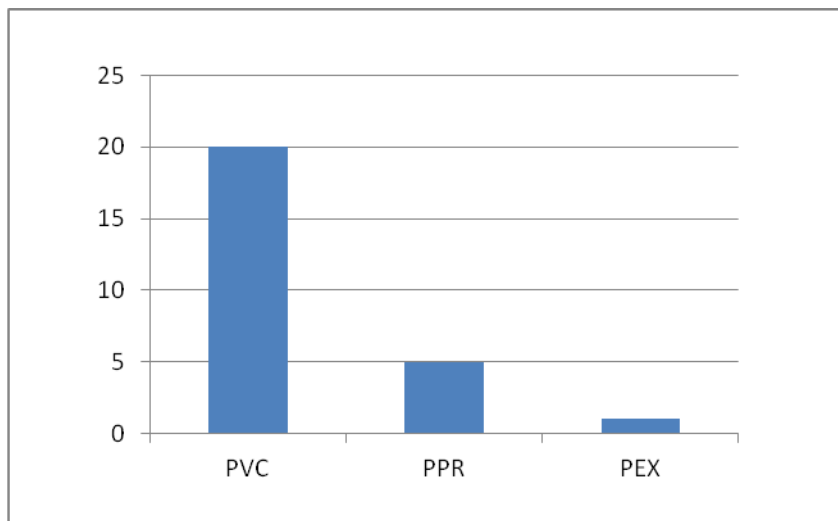
Gráfico 1 – Quantidade de lojas que vendem PVC, PPR e PEX.



Fonte: Autor

Com relação à mão de obra, a pesquisa que foi aplicada a 20 profissionais autônomos de nossa região, mostrou que são poucos os profissionais que tem conhecimento com os três tipos de tubulações, conforme gráfico 2.

Gráfico 2 – Profissionais e o conhecimento com as tubulações PVC, PPR e PEX.



Fonte: Autor

Muitos profissionais nem chegaram a escutar falar sobre PPR e PEX, isso por que os clientes que os procuram também não têm esse conhecimento, e os clientes que venham a utilizar essas tubulações, quando vão comprar esses materiais, já contratam o encanador da própria loja, que tem esse conhecimento.

4. CONCLUSÕES

Durante os anos, foram feitas observações de que alguns materiais não estavam apresentando o desempenho esperado para esta área. Desta forma, alguns foram sendo substituídos e outros ampliaram suas áreas de aplicação.

O material mais utilizado para instalações hidráulicas é o PVC, pois entre suas características mais marcantes estão o baixo custo, boa resistência química e baixa tendência ao entupimento. Este último fator foi um dos principais para a substituição de tubulações de metal pelas de plástico. Contudo, o PVC não apresenta resistência térmica, e para condução de fluidos quentes, é necessário utilização de outros tipos de tubulações e conexões, como cobre, ou PPR. O PEX é um material que apresenta variadas vantagens observadas em diversos materiais, mas seu custo ainda é alto e a mão de obra não está completamente preparada.

Para execução do PEX é necessário a utilização de ferramentas próprias. Já para o PPR é necessário um equipamento, o termofusor. Para PVC (soldável) não é necessário nenhum equipamento, as ferramentas utilizadas são comuns e mesmo



assim não são utilizadas para a união das peças em si, porém é necessária a cola adesiva, que caracteriza um gasto constante, enquanto gastos com manutenção de ferramentas e equipamentos são menos frequentes.

Com relação à perda de carga a tubulação de PEX teve uma menor perda de carga devida não haver a precisão de conexões, pelo fato dele ser flexível e poder ser feito curvas nas mudanças de direção.

Com relação a custos, o material PVC, teve uma economia de 44,75% em relação ao PPR e 56,24 % em relação ao PEX, sendo a mais viável economicamente. Com relação à mão de obra, os profissionais tem maior conhecimento com as instalações PVC, já com relação as demais poucos conhecem. Assim para este estudo o PVC, ainda é o mais viável, tanto economicamente, quanto tecnicamente.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Instalação predial de Água Fria: NBR 5626**. Rio de Janeiro, 1998.

AMANCO, 2011. **Catálogo predial Amanco**. Disponível em: <www.amanco.com.br/> Acesso em: 20/04/2012.

BACK, A. J. Hidráulica e hidrometria aplicada. Florianópolis :Epagri, 2006,299p.

BARBI DO BRASIL, **Tubos e conexões PEX – 100% de segurança**. Disponível em: < www.barbidobrasil.com.br/> Acesso em: 20/04/2012.

Revista Techne. Disponível em: <<http://www.revistatechne.com.br/engenhariacivil/122/imprime50117.asp>>. Acesso em: 20/04/2012.

TIGRE, 2010. **Catálogo pex tigre**. Disponível em:<<http://www.tigre.com.br/hotsites/pextigre/>> Acesso em 20/04/2012.