XII-015 - ASPECTOS ECONÔMICOS E HIDRÁULICOS DA UTILIZAÇÃO DO PEX COMO ALTERNATIVA EM PROJETOS DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

Ramon Lucas Dalsasso[(1)]
Professor do Departamento de Engenharia Sanitaria e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Doutor em Engenharia Ambiental pela referida universidade.
Caroline Corrêa de Souza
Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina. Analista de suporte técnico da empresa AltoQI- Tecnologia aplicada à Engenharia, com ênfase nos programas voltados para a rede hidráulica, sanitária, de incêndio e gás.

Endereço[(1)]**:** Rua Conde Afonso Celso, 134 - Capoeiras - Florianópolis - SC - CEP: 88070-560 - Brasil - Tel: (48) 3721-7752 - e-mail: ramon.lucas@ufsc.br

RESUMO

A todo momento o mercado da construção civil busca atualizar-se com novas tecnologias que agilizem o processo da execução dos projetos na obra. A mesma situação ocorre com a área de instalações hidráulicas. Atualmente vem sendo utilizado na obras tubulações flexíveis para escoamento da água quente e fria nas edificações, mais conhecida como tubulações PEX. Neste trabalho comparou-se economicamente um lançamento em uma edificação com 5 pavimentos efetuada exclusivamente com o material PEX, e efetuada utilizando o material padrão PVC rígido soldável e CPVC. O desenvolvimento do trabalho seguiu um roteiro de lançamento de tubulações (ramais e sub-ramais) derivando de uma única coluna, a partir da qual, em cada pavimento eram alimentados os apartamentos, passando antes por um sistema de medição individualizada de água. Para o lançamento da rede como materiais convencionais foi utilizado o software Hydros V4 R11 desenvolvido pela empresa AltoQi – Tecnologia aplicada à engenharia, e para a rede com PEX, sistema ponto a ponto, foi utilizando o software AutoCAD 2008. O dimensionamento das redes de água fria e quente seguiu as orientações da norma NBR 5626. Para o estudo comparativo, econômico e de desempenho hidráulico, foi empregado o método de otimização de redes hidráulicas PNL2000. A utilização do PEX gerou no sistema uma maior perda de carga, principalmente quando utilizado a tubulação com diâmetro igual a 16 mm, cujo diâmetro interno corresponde a 12 mm. Foi observado que de acordo com a concepção do projeto, a quantidade de tubulação tende a aumentar consideravelmente, fazendo com que a perda de carga distribuída também tenda a aumentar. Por outro lado, as pressões em ambos os sistemas foram satisfeitas, fazendo com que ambos os sistemas possuíssem um desempenho hidráulico satisfatório. A utilização de PEX ainda possui um custo maior no orçamento do projeto, considerando nesse trabalho, apenas o material.

PALAVRAS-CHAVE: Instalações Hidráulicas Prediais, PEX, Dimensionamento econômico, Método PNL2000.

INTRODUÇÃO

É inegável o fato do surgimento de inovações tecnológicas no ramo da construção civil, por preocupações em reduzir custos, impactos ambientais, e também aperfeiçoar e simplificar a execução dos serviços em campo, gerando assim novas formas de construções e instalações. Um exemplo desse avanço diz respeito aos tubos e conexões utilizados em instalações prediais de água.

É bastante difundido no Brasil o uso do PVC (Policloreto de Vinila) rígido soldável para instalações hidráulicas prediais de água fria. Já nas instalações de água quente, constata-se a utilização de tubulações de cobre, aço-carbono, CPVC (Policloreto de Vinila Clorado), e PPR (Polipropileno Copolímero Randômico). Nos últimos anos, contudo, o mercado tem disponibilizado o material Polietileno Reticulado, mais conhecido como PEX, que gradativamente vem ganhando espaço.

Dentre as características do PEX pode-se destacar uma expectativa de vida útil superior a cinquenta anos; processo de montagem simples sem a necessidade de soldas; possibilidade de utilizar menos conexões quando

comparado a ao emprego de materiais rígidos; disponível tanto para uso em água fria como para água quente; baixa condutividade térmica e dilatação. O PEX permite várias concepções de projeto, de instalações prediais combinada com o emprego de materiais rígidos, o que o torna bastante versátil e atrativo.

O objetivo deste trabalho consiste em efetuar uma comparação econômica e de desempenho hidráulico entre a utilização do material PEX multicamada em substituição aos materiais de PVC rígido soldável e CPVC nas instalações hidráulicas prediais. Também foi avaliado a aplicação do método PNL2000 apresentado em Pimentel (2006), para dimensionamento econômico de redes de distribuição de água, objetivando minimizar os custos das instalações hidráulicas prediais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos com base num projeto arquitetônico de uma edificação multifamiliar com um pavimento Térreo, três pavimentos Tipo, cada um com quatro apartamentos, e um pavimento Cobertura, em que foi lançado o reservatório superior. A edificação possui medição individualizada de água, que deriva de uma única coluna hidráulica localizada no "Shaft".

O sistema de aquecimento da água é central privado, por aquecedor de passagem, a gás, localizado na área de serviço. O fundo do reservatório fica elevado a partir do piso da cobertura, 5 metros, e a tomada d'água para consumo humano está a 0,5 metros de fundo do mesmo.

O desenvolvimento do trabalho cumpriu basicamente as seguintes etapas: 1 – Concepção e lançamento das redes hidráulicas utilizando os materiais convencionais; 2 - Concepcão e lançamento das redes hidráulicas utilizando tubulações PEX; 3 – dimensionamento das redes hidráulicas.

ETAPA 1 - LANÇAMENTO UTILIZANDO OS MATERIAIS CONVENCIONAIS

As redes hidráulicas com materiais convencionais, água fria com PVC rígido soldável e água quente com CPVC (TIGRE, 2011), foram concebidas com traçados pelo piso através das áreas de circulação da edificação, seguindo pelas paredes após a interiorização nos ambientes com pontos de consumo. Para o lançamento dessas redes foi utilizado o software Hydros V4 R11 desenvolvido pela empresa AltoQi – Tecnologia aplicada à engenharia. (AltoQi, 2011).

O lançamento da rede de água fria inicia com uma tomada d'água no pavimento cobertura, cujo escoamento se dá em direção a coluna AF-1, localizada na área comum da edificação, que levará o escoamento para os ambientes dos pavimentos Tipo 3,2 e 1. Nos pavimentos Tipo a concepção do traçado foi efetuada da maneira convencional, partindo de uma coluna de água fria principal, derivando para os ramais que levam a água até cada apartamento em questão.

Na entrada do ramal, a água passa por um registro geral e um hidrômetro para medição individualizada. Em seguida a instalação é direcionada pelo piso, elevando-se até aos pontos de utilização. A Figura 1 apresenta, em planta baixa, o lançamento da rede de água fria e água quente nessa etapa do projeto.

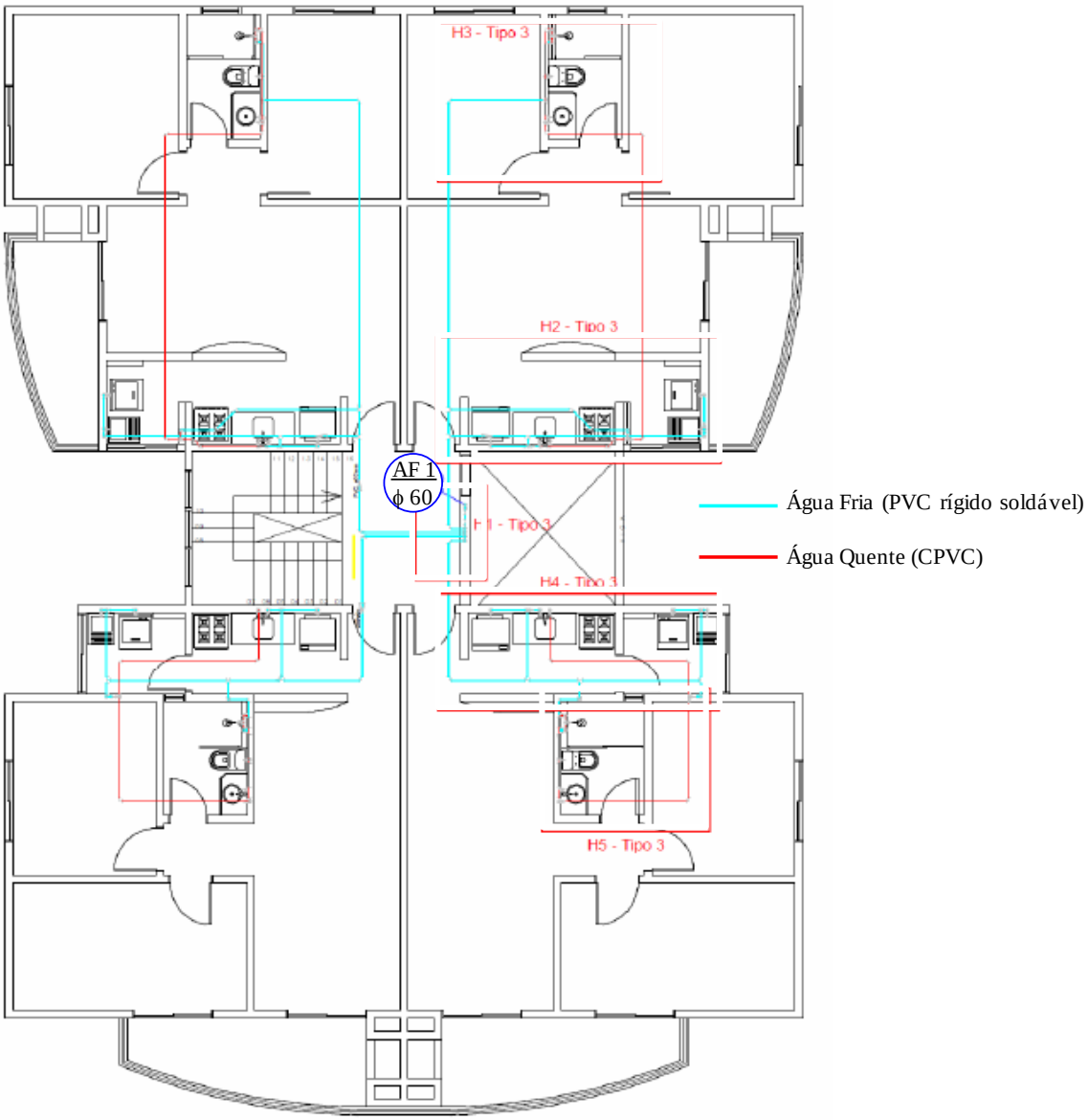

Figura 1: Planta baixa do pavimento Tipo – Lançamento com PVC e CPVC

ETAPA 2 - LANÇAMENTO UTILIZANDO TUBULAÇÕES PEX

As redes hidráulicas com tubulações PEX multicamadas, tanto para água quente como para água fria, foram concebidas com o conceito da alimentação ponto a ponto. Em muitos projetos, o lançamento utilizando as tubulações PEX podem ser iniciadas a partir da coluna de água principal, através de um colar de tomada, por exemplo, porém, neste caso, a concepção de projeto utilizada se deu com a tubulação de PVC e CPVC chegando até a primeira caixa de distribuição para a cozinha e área de serviço.

A partir desta é iniciado o lançamento com a tubulação de PEX ponto a ponto, e também a alimentação de uma caixa de distribuição localizada no banheiro.. O lançamento dessas redes foi feito utilizando-se o software AutoCAD 2008. A Figura 2 apresenta o lançamento da rede utilizando o material PEX.

.

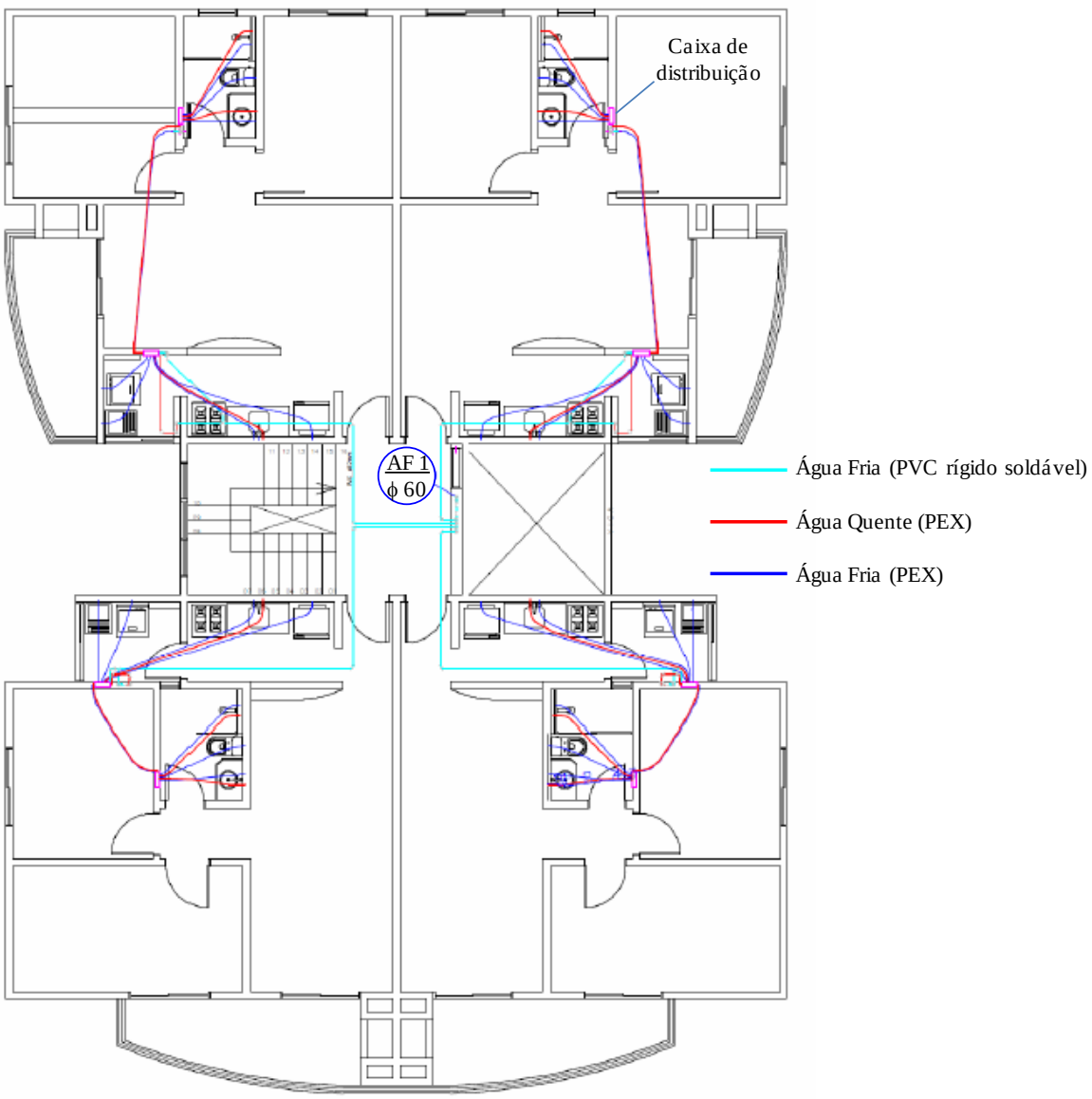

Figura 2: Planta baixa do pavimento Tipo – Lançamento com PEX

ETAPA 3 - DIMENSIONAMENTO DAS REDES HIDRÁULICAS

O dimensionamento das redes seguiu as orientações na norma NBR 5626/98. (ABNT, 1998). Nesse caso, as vazões para dimensionamento dos trechos foram determinadas pelo critério dos pesos relativos, e a seleção do diâmetro procurou atender a restrição de velocidade sugerida pela referida norma.

Para a rede executada a partir dos materiais PVC e CPVC, foram consideradas os comprimento equivalente de cada peça para determinar a sua perda de carga localizada. A perda de carga nas curvaturas do PEX foram calculadas através da expressão geral das perdas de carga localizadas, sendo o fator K determinado conforme ilustra a Figura 3.

A perda de carga gerada na curva foi calculada conforme a Equação 1 (Porto, 2006).

$$\Delta h = k\frac{V^2}{2g} \qquad (1)$$

Onde: Δh = perda de carga localizada (m); K = fator de atrito (admensional); V = velocidade média da água (m/s); g = aceleração da gravidade (m/s^2).

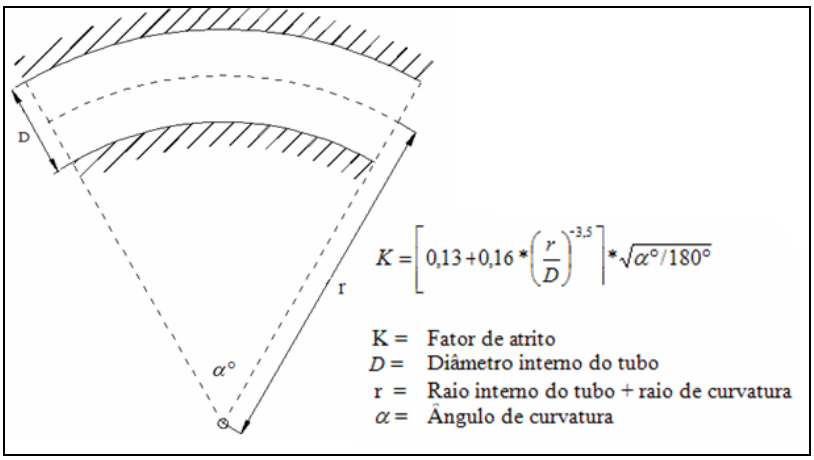

Figura 3: Calculo da perda de carga localizada na curvatura do PEX (Fonte: Gnipper, 2009).

Apesar de não haverem conexões intermediarias na instalação ponto a ponto utilizando as tubulações PEX, é necessário considerar na perda de carga localizada, as conexões extremas, ou seja, as conexões presentes na caixa de distribuição e as conexões que farão a ligação com a peça de utilização, como os cotovelos (EMMETI, TIGRE, 2011). Para estimar as perdas de carga localizadas nas conexões extremas do PEX foram considerados, conforme Tabela 1, o valor do comprimento equivalente em metros de tubulação apresentados pelos fabricantes TIGRE e EMMETI.

Tabela 1: comprimentos equivalentes para conexões

Conexões		Ø 16 mm	Ø 20 mm	Ø 25 mm	Ø 32 mm
Joelho 90	Tigre	0,37	0,29	0,26	0,26
	Emmeti*	0,76	0,94	0,94	1,35
Redução	Tigre	0,14	0,11	0,1	0,09
	Emmeti*	-	-	-	-
Derivação do Tê	Tigre	0,44	0,34	0,31	0,26
	Emmeti*	0,66	0,82	0,82	1,17
Passagem do Tê	Tigre	0,1	0,08	0,08	0,07
	Emmeti*	0,25	0,31	0,321	0,45
Tê com entrada de água na derivação	Tigre	0,39	0,31	0,28	0,23
	Emmeti*	0,66	0,82	0,82	1,17
Conector	Tigre	-	-	-	-
	Emmeti*	0,56	0,69	0,69	0,99
Monobloco	Tigre	-	-	-	-
	Emmeti*	0,40	0,50	0,50	0,72

***calculo efetuado através da planilha de cálculo da EMMETI em função da vazão do sistema e temperatura. Valores dados para uma vazão de 1080 l/h a 20C.**

A execução dos cálculos foi sistematizada com auxilio do aplicativo EXCEL 2003 da Microsoft®. A otimização econômica do dimensionamento foi feita com aplicação do método PNL2000 (PIMENTEL, 2006), utilizado para efetuar o dimensionamento de redes públicas de abastecimento de água.

O método tem como objetivo a obtenção da solução que apresente o custo mínimo de investimento, com materiais e a operação do sistema de abastecimento de água. Ele utiliza o modelo matemático da programação não linear, e sua metodologia se divide em duas etapas:

Na primeira etapa faz-se um pré-dimensionamento do sistema, em que os diâmetros e vazões dos trechos são variáveis a serem determinadas no processo de otimização, impondo-se restrições como: diâmetro mínimo e máximo, velocidade máxima, pressões mínimas e máximas nos pontos de utilização. Com os resultados da

primeira etapa, executa-se uma segunda etapa, na qual se realiza um ajuste dos diâmetros resultantes para o valor mais próximo do comercial existente no mercado. O modelo de programação não linear utilizado, pode ser formulado e processado através da ferramenta Solver da planilha eletrônica EXCEL.

Para as formulações necessárias a aplicação do método PNL2000 foram levantados os custos dos materiais, tubos e conexões, e elaboradas curvas para a programação dos cálculos. Os custos foram tomados da revista Construção e Mercado (2012) disponível na internet.

RESULTADOS

Com relação aos custos das instalações hidráulicas, a utilização do material convencional propiciou redução de 21,7 % em relação à utilização das tubulações PEX após a otimização do dimensionamento. Os custos das redes hidráulicas otimizadas pelo método PNL2000 em relação a não otimizada foram inferiores 13,6% e 8,2% para o sistema convencional e PEX, respectivamente, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 - **Comparativo de custos entre redes hidráulicas com materiais PVC e CPVC versus tubulações PEX**

	PVC e CPVC (R$)	**PEX (R$)**	**Incremento de Custo: PEX / PVC e CPVC**
Custo sem otimização	7156,80	8605,00	16,8 %
Custo com otimização	6180,54	7894,54	21,7 %
Redução de custo: Otimizado / Não timizado	13,6 %	8,2 %	

Com relação ao desempenho hidráulico, ou seja, ao atendimento das condições de pressão requeridas nos pontos de consumo, os resultados podem ser vistos na Tabela 3. Analisando os dados referentes às pressões resultantes nos pontos de utilização de água fria, verificou-se que na maioria das situações o desempenho hidráulico da rede utilizando os materiais convencionais foi superior aos valores resultantes da rede utilizando o sistema PEX ponto a ponto. Esta situação ocorre, pois as perdas de carga nos trechos ponto a ponto se sobressaem às perdas de carga dos trechos utilizando os materiais convencionais, devido em grande parte, a diferença de diâmetros das tubulações consideradas.

Tabela 3 – Valores de pressão dinâmica no chuveiro, para as redes de água fria (AF) e quente (AQ), em função do pavimento e do tipo de material utilizado

Pressão dinâmica no chuveiro (m.c.a)	**Região mais favorável**				**Região menos favorável**			
	PVC e CPVC		**PEX**		**PVC e CPVC**		**PEX**	
	AF	**AQ**	**AF**	**AQ**	**AF**	**AQ**	**AF**	**AQ**
Tipo 3	2,54	1,38	1,20	2,22	1,68	1,46	1,41	1,69
Tipo 2	4,74	2,59	3,39	1,41	2,34	1,13	1,63	1,21
Tipo 1	4,28	1,21	1,36	2,14	2,56	1,35	2,79	1,71

Tipo 1, 2 e 3 refere-se aos apartamentos tipo dos pavimentos respectivos. Região mais favorável ou menos favorável, refere-se à posição do chuveiro em relação ao reservatório superior.

Alem da diferença dos diâmetros das peças, o sistema ponto a ponto tende a ser mais extenso se comparado ao sistema convencional de instalação hidráulica. Diferentemente do sistema convencional, em que ocorre uma ramificação dos trechos pela parede, no sistema PEX ponto a ponto, o abastecimento das peças é individualizado e se da a partir de um determinado ponto do ambiente. Portanto, tal concepção de lançamento tende a utilizar mais metragem de tubulações do que o sistema convencional.

Para o projeto em questão a extensão de tubulação utilizada nas instalações de PEX foi a igual a 393,12 m, já para o projeto com a utilização dos materiais convencionais, esta extensão foi igual a 281,47 m, comprovando

desta forma que, em função da arquitetura da edificação e concepção de lançamento utilizada, o sistema PEX demanda uma maior metragem de tubulação.

Analisando os resultados referentes às pressões de água quente, verificou-se que para o chuveiro em dois dos três pavimentos, a pressão resultante na rede do PEX foi superior a resultante com a instalação convencional. Esta situação possivelmente ocorreu, pois na rede utilizando o sistema PEX o chuveiro não foi a ponto de demanda mais desfavorável, diferentemente do que foi realizado no lançamento convencional.

Na região menos favorável, verifica-se que o chuveiro é a peça mais distante na rede para ambas as redes. Portanto neste caso, o comportamento da pressão resultante seguiu a mesma tendência já observada na rede de água fria.

CONCLUSÕES

Através do trabalho apresentado, verificou-se que a utilização do PEX para projetos de instalação hidráulica é mais custosa do que em projetos executados com a utilização dos materiais convencionais.

A aplicação do PEX está condicionada a necessidade por parte dos profissionais por uma solução de instalação mais rápida, sem um grande número de conexões, que possam conduzir tanto a água fria quanto a água quente, e além disso, flexíveis. Porém, é importante ressaltar que devido a simplicidade no procedimento de execução de um projeto utilizando o sistema ponto a ponto, o tempo gasto com a obra na instalação tende a ser diminuído, fazendo com que sejam também diminuídos os custos totais da obra.

Além disso, com a utilização do sistema PEX, não existe a necessidade de diversos cortes nas tubulações, visto que esta pode ser vendida em bobinas, diminuindo desta forma os gastos com materiais descartados na obra.

Recomenda-se uma futura análise econômica envolvendo os materiais em questão, porém considerando também os custos com a mão de obra para execução do projeto e demais peças não consideradas neste trabalho. Desta forma, será possível obter uma conclusão global envolvendo ambos os tipos de instalações hidráulicas.

Como já verificado através dos resultados apresentados, a utilização do PEX gerou no sistema uma maior perda de carga, principalmente quando utilizado a tubulação com diâmetro igual a 16 mm, cujo diâmetro interno corresponde a 12 mm. Além disso, como já observado anteriormente e variando de acordo com a concepção do projeto, a quantidade de tubulação tende a aumentar consideravelmente, fazendo com que a perda de carga distribuída também tenda a aumentar. Por outro lado, as pressões em ambos os sistemas foram satisfeitas, fazendo com que ambos os sistemas possuíssem um desempenho hidráulico satisfatório.

O emprego do método PNL 2000 mostrou-se viável para otimização do dimensionamento de redes hidráulicas prediais de água quente e fria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR-5626/98: Instalações Prediais de Água Fria. RJ, 1998.
2. ALTOQI. Produto Hydros V4. Disponível em: http://www.altoqi.com.br/index2.asp?browser=IE. Acessado em: 24 junho 2011.
3. AMANCO . Catálogo de produtos: Linha predial, 2011. Disponível em: < http://www.amanco.com.br/web/downloads/download-de-catalogos/.> Acessado em: 30 Novembro 2011.
4. ARQUITETURA, ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO – AECWeb. Utilização de PVC cresce na construção civil. Disponível em:<http://www.aecweb.com.br/pvc-naconstrucao- civil/tematico/13.> Acessado em: 28 outubro 2012.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998. 41 p.

6. EMMETI. Catálogo técnico. Disponível em: http://www.emmeti.com.br/catalogos.asp. Acessado em: 08 Novembro 2011.
7. LANDI, F. R. A evolução Histórica das Instalações Hidráulicas. São Paulo: EPUSP, 1993. 64 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP).
8. PIMENTEL, Heber. Dimensionamento econômico de redes de distribuição de água, 2006.
9. PORTO, Rodrigo de Melo. Hidráulica básica. 4º Ed. São Calos: EESC-USP, 2006.
10. TIGRE. Água fria - Linha soldável. 2011. Disponível em: www.tigre.com.br. Acessado em: 25 junho 2011.
11. TIGRE. CPVC Aquatherm, Ficha Técnica. 2011. Disponível em: www.tigre.com.br. Acessado em: 25 junho 2011.
12. TIGRE. PEX, Ficha Técnica, 2009. Disponível em: www.tigre.com.br. Acessado em: 25 junho 2011.