



Sistema de Tubulações Flexível Como Solução Eficaz para Instalações Hidráulicas

LOURENÇO Arthur, Ferreira; RODRIGUES, Rafael Felipe Teixeira

Núcleo de Pesquisas em Planejamento e Gestão (NPPG)

Informações do Artigo

Histórico:

Recebimento: 07 Out 2020

Revisão: 08 Out 2020

Aprovação: 15 Out 2020

Palavras-chave:

Instalações Hidráulicas

Tubulações Flexíveis

PEX

Resumo:

O objetivo principal do artigo é apresentar as vantagens e características técnicas do sistema flexível PEX (polietileno reticulado), muito utilizado em outros países, mas ainda incipiente no Brasil, quando comparado aos consagrados e tradicionais sistemas rígidos, como o PVC, o CPVC e as tubulações metálicas, por exemplo. Pelo fato da construção civil ser um mercado muito conservador, as tecnologias flexíveis ainda não despontam entre as mais utilizadas, mas possuem grande potencial de crescimento de uso, já que proporcionam alta produtividade. Além de inegavelmente eficiente, o estudo mostrou que o sistema PEX tem um custo quase 60% inferior quando comparado ao sistema CPVC, amplamente utilizado no Brasil. Em um cenário onde a construção civil preza por qualidade nos serviços, agilidade, redução de desperdícios e redução de custos, o PEX mostrou-se uma boa opção a ser considerada.

1. Introdução

Com tantos avanços tecnológicos hoje no mundo a construção civil não pode ficar de fora. Apesar de já estar em prática no mercado brasileiro desde a década de 90 [1], o sistema de tubulações flexíveis, ainda não é tão conhecido e é pouco utilizado nas construções atualmente. Dependendo do uso final, as tubulações flexíveis podem ser uma boa e eficaz alternativa às tubulações rígidas amplamente utilizadas na maioria das edificações.

No decorrer do artigo abordarei com informações técnicas e ao final, com um estudo de caso, os benefícios dessa tão pouco utilizada tecnologia de tubulações flexíveis.

2. Tecnologia de Tubulação Flexível

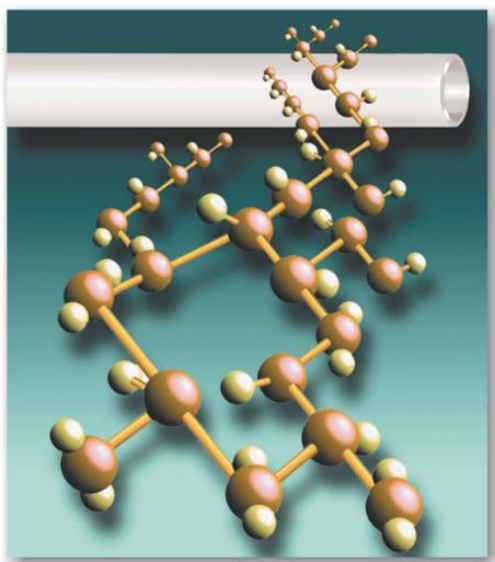
2.1 Como surgiu o Sistema de Tubulações Flexível

O sistema de tubulações flexível PEX é um tipo de instalação hidráulica predial de água quente e fria que usa tubulações flexíveis de PEX (Polietileno Reticulado). As tubulações ficam armazenadas em bobinas com metragens variadas. Esse sistema de tubulações é utilizado no mercado brasileiro desde 1993. [1]

Originalmente desenvolvido na América do Norte em meados de 1984, onde os dutos eram utilizados em um sistema de aquecimento de piso, viu-se potencial de adaptação desse sistema também como transporte de água quente e fria para consumo em residências.

O PEX é feito de Polietileno Reticulado. A reticulação é um processo químico pela qual o polietileno é submetido em sua etapa de fabricação. Esse procedimento transforma o polietileno termoplástico em um novo material chamado polietileno reticulado ou abreviadamente PEX. Esse novo material é mais resistente que o original e possui maior resistência à pressão e a temperatura. Graças as suas características o PEX pode ser uma boa alternativa para instalações prediais de água fria, quente, calefação, água gelada (*fan-coil*) e de ar comprimido. [1]

Figura 01 - Imagem ilustrativa das moléculas do PEX



Fonte: Barbi [1]

2.2 Normas técnicas a que está submetido

Com a chegada do Sistema de tubulações flexível PEX ao Brasil e com sua rápida expansão no mercado, o governo viu a necessidade de regulamentar o sistema. Então em maio 2011 surgiu a NBR 15939/2011[2] que por sua vez foi dividida em três partes:

NBR 15939-1/2011 - Parte 1 – Requisitos e métodos de ensaio

NBR 15939-1/2011 - Parte 2 – Procedimentos de Projeto

NBR 15939-1/2011 - Parte 3 – Procedimentos para Instalação

Além da NBR também temos a ISO

15875-1:2003 [3] que trata de Sistemas de tubulações de plástico para instalações de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X)

Vale mencionar também, apesar de não se restringir as tubulações PEX, à NBR 5626 - Instalação predial de água fria. [4]

2.3 Porque utilizar?

Devido às características adquiridas em seu processo de fabricação, que tornam o PEX mais resistente a temperatura, pressão, e a reações químicas, este se tornou um material especialmente indicado para transporte de água fria e quente. Atualmente no Mercado brasileiro, os fabricantes trabalham com tubulações em formato de bobinas de 50, 100, 120 e 200 metros e com tubulações e barras, apesar dessa última modalidade ser a menos comum. As dimensões das bitolas variam entre 12, 16, 20, 25, 32 e 40 mm, dependendo do fabricante. A Tigre, por exemplo, trabalha com bobinas de 50 metros, para tubulações de 25 e 32 mm de diâmetro e bobinas de 100 metros para tubulações de 16 e 20 mm de diâmetro. O fabricante Amanco, segue a mesma lógica do fabricante Tigre. O fabricante Barbi, trabalha de forma ligeiramente distinta, atuando no mercado com bobinas de 50 metros para tubulações com 25, 32 e 40 mm de diâmetro, bobinas de 120 metros, para tubulações de 20 mm de diâmetro e bobinas de 200 metros para tubulações de 12 e 16 mm de diâmetro. A Barbi também trabalha com tubulações em barra. As barras são fornecidas com uma dimensão única de 5,8 metros para tubulações de 16, 20, 25, 32 e 40 mm de diâmetro. O fabricante Astra [5], também utiliza medias diferenciadas em suas tubulações, trabalhando com bobinas de 100 metros para tubulações de 25 e 32 mm de diâmetro e bobinas de 200 metros para tubulações de 16 e 20 mm de diâmetro. O fabricante também trabalha com tubulações em barra, que são fornecidas com uma dimensão única de 5,8 metros para tubos com 16, 20 e 25 mm de diâmetro. Dos fornecedores citados, ambos trabalham com tubulações PEX monocamada e multicamada.

2.4 Tipos de tubulação PEX

Existem dois tipos de tubulação PEX, o monocamada e o multicamada. Ambos servem para transporte de água fria e quente e apresentam algumas características distintas.

Características da tubulação Monocamada:

- Material leve – Facilita o transporte, a estocagem e a instalação;
- Menos perda de material – Os tubos podem ser cortados em qualquer tamanho sem que sobrem pequenos pedaços;
- Baixa perda de calor – A baixa condutividade térmica permite manter a temperatura da água por longos períodos;
- Redução do uso de conexões – Graças a flexibilidade das tubulações conexões podem ser eliminadas utilizando o próprio tubo para mudanças de direção;
- Alta resistência química e à corrosão – Suporta a agressão de águas ácidas ou alcalinas sem qualquer alteração desde que dentro de parâmetros tabelados;
- Pureza e atoxidade – Não transmite gosto ou odor à água;
- Suporta uma pressão máxima de 60m.c.a à 80c°.

Figura 02 - Tabela com propriedades das tubulações de PEX monocamada

Propriedade do tubo	Valor	Unidade
Coefficiente de dilatação	1,4x10 ⁻⁴	m/m°C
Temperatura de serviço	80	°C
Temperatura de pico	95	°C
Pressão de serviço	60	mca
Rugosidade	0,004	
Condutividade térmica	0,35	w/m°C
Densidade	938	kg/m ³

Fonte: Tigre [6]

Características da tubulação Multicamada:

- Material leve – Facilita o transporte, a estocagem e a instalação;
- Menos perda de material – Os tubos podem ser cortados em qualquer tamanho sem que sobre pequenos pedaços;

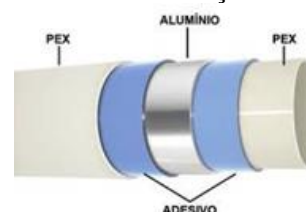
- Barreira de oxigênio – Devido à camada de alumínio, proporciona segurança ao conduzir produtos químicos;
- Forma estável – Devido à alma de alumínio em seu interior, uma vez conformado, mantém seu formato;
- Baixa rugosidade – Proporciona baixa perda de carga ao longo da linha;
- Baixa perda de calor – A baixa condutividade térmica permite manter a temperatura da água por longos períodos;
- Redução do uso de conexões – Graças a flexibilidade das tubulações conexões podem ser eliminadas utilizando o próprio tubo para mudanças de direção;
- Alta resistência química e à corrosão – Suporta a agressão de águas ácidas ou alcalinas sem qualquer alteração desde que dentro de parâmetros tabelados;
- Pureza e atoxidade – Não transmite gosto ou odor à água;
- Suporta uma pressão máxima de 100m.c.a à 95c°;
- Sua camada de alumínio possui solda “*Butt-Weld*” (solda de topo), que lhe confere uma resistência superior a outras formas de fabricação.

Figura 03 - Tabela com propriedades das tubulações de PEX multicamada

Propriedade do tubo	Valor	Unidade
Coefficiente de dilatação	2,3x10 ⁻⁵	m/m°C
Temperatura de serviço	95	°C
Temperatura de pico	110	°C
Pressão de serviço	100	m.c.a.
Rugosidade	0,004	
Condutividade térmica	0,35	w/m°C
Densidade	1470	kg/m ³

Fonte: Tigre [6]

Figura 04 - Camadas tubulação PEX multicamada



Fonte: Tigre [6]

Figura 05 - Exemplo de instalação utilizando tubulações de PEX



Fonte: Tigre [6]

2.5 Formas de armazenamento das tubulações flexíveis PEX

Apesar de o PEX também ser disponibilizado em barras por alguns fabricantes, sua principal vantagem quanto ao armazenamento e transporte, aparece quando o PEX é adquirido em bobinas. Se utilizarmos como exemplo os métodos de instalações hidráulicas prediais convencionais, com a utilização de tubulações rígidas de PVC, CPVC e tubulações de ferro, por exemplo. As bobinas de PEX são fornecidas em metragens muito superiores a estes e ocupam um espaço significativamente menor. (Figura 06)

Figura 06 – Exemplo de Método armazenamento de tubulação PEX



Fonte: Barbi [1]

Em resumo, com as tubulações flexíveis PEX, pode-se ter muito mais metragem de tubulação por m² de armazenamento. Isso em um canteiro de obras pode ser um ponto-chave, visto que locais de armazenamento em canteiros de obras muitas vezes são enxutos e necessitam de dinamismo e agilidade. Além das vantagens de ocupar menos espaço no canteiro também podemos citar as vantagens

no deslocamento horizontal e vertical.

O transporte horizontal das bobinas é mais rápido e menos trabalhoso se comparado ao transporte de tubos de PVC, por exemplo, que só são fornecidos em barras e necessitam de espaço para serem transportados. Diferentes destes o transporte das bobinas pode ser feito de forma muito mais eficiente, ocupando menos espaço no deslocamento, já que ocupa praticamente a área de uma pessoa, além da possibilidade de se transportar muito mais metros de tubo em apenas um deslocamento. O que não acontece com as tubulações de PVC, que vêm em barras com metragens bem reduzidas.

O transporte vertical não é diferente. As tubulações convencionais, PVC, CPVC e tubulações de ferro, necessitam de espaço para transporte. Por mais que exista a possibilidade de realizar os recortes nos tubos antes de transportá-los, este acabaria sendo um processo demorado. Para isso, seria preciso medir o local de instalação, medir a dimensão necessária para o recorte antes de transportar as tubulações, dar início ao transporte, instalar os tubos e voltar para o local de armazenamento para repetir o mesmo processo. Com o PEX também é necessário realizar a medição local e da quantidade de tubulação necessária para cada ambiente, mas como as bobinas tem muitos metros de tubo a mais que os sistemas convencionais, esse processo é mais rápido.

2.6 Tipos de instalações e conexões

Hoje, no Brasil, estão disponíveis, basicamente 3 modalidades de conexões para tubulações flexíveis: crimpagem, anel deslizante e engate rápido.

Para cada modalidade, existe uma ferramenta específica para uma correta instalação das tubulações e conexões. Apesar de fabricantes diferentes utilizarem ferramentas com a mesma finalidade, alguns utilizam nomenclaturas diferenciadas para suas ferramentas. Como, por exemplo, o Fabricante Amanco utiliza a “Tesoura Corta Tubo” para realizar o corte das tubulações. Mesma nomenclatura adotada pelo fabricante Barbi, para a ferramenta de mesma finalidade,

enquanto que o fabricante Tigre, utiliza o “Alicate de Corte”. Ambas as ferramentas têm formato diferente, porém, exercem a mesma função.

Para consultar os tipos de ferramentas necessárias para cada tipo de instalação com uma descrição de suas funções, consultar: ANEXO A – Tabela 01 – Tabela de Ferramentas

As ferramentas podem ser adquiridas em formatos de kits prontos, ou em peças a vulso. Os kits contêm as ferramentas necessárias para cada tipo de instalação. Logo, antes de adquirir os kits, é necessário definir que tipo de instalação será seguida.

Figura 07 – Kit de Ferramentas para instalação de tubulação flexível PEX contendo alicate alargador com expansores, prensa média para anel deslizante e tesoura corta tubo



Fonte: Amanco [7]

2.7 Instalação tipo *Push-Fit* ou Engate Rápido

Nesse método basta empurrar o tubo para dentro da conexão e gira-la, para completar a instalação. Como garantia de que a tubulação está bem fixada, basta puxa-la para fora da conexão. Para isso é necessário seguir um procedimento para garantir que a tubulação está bem fixada. Caso seja necessário é possível desmontar a conexão e retirar o tubo da mesma para sua reutilização, já que esse tipo de engate não utiliza nenhum tipo de soldagem ou produto químico de fixação. Atualmente no mercado brasileiro existem dois fornecedores que trabalham com esse tipo de conexão, Tigre e Amanco. Ambos possuem o mesmo método de instalação e as

mesmas ferramentas.

Para a instalação realize o corte da tubulação na dimensão necessária utilizando o cortador de tubo (figura 01 – Tabela 01). Insira o calibrador/chanfrador (figura 02 – Tabela 01) no tubo até o limite da ferramenta e depois gire. Isso fará um chanfro no interior do tubo, facilitando à entrada da conexão. Verifique se o acoplador está encaixado na conexão (peça que permite a desmontagem da conexão) e por fim insira o tubo na conexão, através do espião (furo de checagem). Certifique-se de que o tubo foi introduzido até o final na peça.

2.8 Instalação tipo Anel deslizante

Esse método utiliza esforço mecânico para unir tubulação e conexão. Para a instalação, corte um trecho da tubulação na dimensão necessária. Com o auxílio da tesoura corta tubo (figura 04 – Tabela 01). Insira o anel deslizante (peça metálica que realizará a união entre tubo e conexão) na ponta do tubo. Posicione o alicate alargador (figura 06 – Tabela 01) na ponta do tubo e realize uma pulsão com a ferramenta afim de alarga-lo (isso facilitará a entrada da tubulação na conexão). Deixe um espaço de aproximadamente 2 mm entre o final do tubo e a conexão. Com o auxílio da prensa media de anel deslizante (figura 05 – Tabela 01) encaixe tudo e conexão e vá pressionando ambos até que o anel deslizante encoste na conexão.

2.9 Instalação tipo Crimpagem

Para esse método são necessárias ferramentas específicas para o trabalho. Caso contrário, podem ocorrer vazamentos futuros nas conexões. Vale ressaltar que o método de crimpagem também pode ser utilizado em sistemas de tubulação de gás, devido a sua eficácia na vedação da tubulação. A crimpagem consiste em conectar tubulação e conexão, e com o auxílio de um alicate crimpador, pressionar a parte metálica que já vem acoplada na conexão, contra a tubulação. Esse processo, se bem feito, garantirá a vedação da tubulação. [6]

Para a instalação, corte um trecho da tubulação na dimensão necessária com o

auxílio do alicate corta tubo (figura 08 – Tabela 01), basta utilizar os anéis de crimpagem (figura 10 – Tabela 01), correspondentes ao diâmetro do tubo que será utilizado. Com o auxílio do alicate crimpador (figura 09 – Tabela 01), insira o calibrador/chanfrador (figura 11 – Tabela 01) no tubo até o limite da ferramenta e depois gire. Isso fará um chanfro no interior do tubo, facilitando à entrada da conexão. Insira o tubo na conexão, através do espião (furo de checagem), certifique-se de que o tubo foi introduzido até o final na peça; utilize o alicate crimpador para fazer a crimpagem da conexão do tubo, fixando-as assim definitivamente. O alicate deve ser totalmente fechado a fim de garantir a estanqueidade.

Caso seja necessário realizar algum tipo de curvatura nas tubulações o curvador deverá ser utilizado. Ele garante que as tubulações serão curvadas da forma correta. Para cada diâmetro existe um grau máximo de curvatura (figuras 08 e 09).

Figura 08 - Tabela com propriedades das tubulações de PEX monocamada

Diâmetro do Tubo (mm)	Raio de Curvatura (mm)
16	65
20	100
25	120
32	160

Fonte: Tigre [6]

Figura 09 - Tabela com propriedades das tubulações de PEX multicamada

Raios Mínimos de Dobragem em mm (em função do utensílio)	
Dimensão do tubo (mm)	Raio com curvatura (mm)
16	64
20	80
25	100
32	128

Fonte: Tigre [6]

Figura 10 – Exemplo de execução de curvatura de tubo utilizando o curvador



Fonte: Tigre [6]

2.10 Instalação em Alvenaria

Para as tubulações monocamada e multicamada embutidas na alvenaria é opcional a utilização de tubos bainha, eles ajudam na identificação das tubulações de água fria e quente. Também é possível utilizar fitas nas cores azul e vermelho, distribuídas ao longo do percurso da tubulação, para tal identificação.

Uma outra forma de instalação é com a utilização de conduits, semelhante a uma instalação elétrica. Os conduítes podem ser os mesmos utilizados nas instalações elétricas desde que com um diâmetro maior que o do tubo PEX. A principal vantagem desse método é a possibilidade de troca dos tubos PEX sem a necessidade de quebrar a alvenaria. Essa instalação é simples, bastando passar o tubo bainha primeiro na alvenaria, respeitando os mesmos graus de curvatura da tubulação flexível PEX e posteriormente passar a tubulação por dentro dos conduítes até o destino final.

Figura 11 – Exemplo de instalação de tubo bainha em alvenaria



Fonte: Tigre [6]

Para as instalações em alvenaria recomenda-se a utilização do joelho removível. Essa conexão facilitará futuros reparos, podem ser removido da sua carenagem.

Quando instalado, o tubo bainha deve ficar por dentro da capa do joelho removível

para facilitar a inserção da tubulação flexível PEX no joelho. ([6])

Figura 12 - Joelho Removível / Instalação do Joelho Removível



Fonte: Tigre [6]

2.11 Instalação em Drywall

A instalação em Drywall segue a mesma recomendação da instalação em alvenaria. Uma pequena observação quanto ao joelho removível é que este deve ser fixado em um dos montantes junto com as suas porcas e parafusos.

Figura 13 - Exemplo de instalação de joelho removível em montante



Fonte: Tigre [6]

2.12 Instalação passando por elementos estruturais

Apesar das tubulações flexíveis PEX não sofrerem muita dilatação térmica, elas devem ter passagem livre em elementos estruturais como vigas, pilares e lajes. Pequenos pedaços de PVC, por exemplo, podem ajudar com essas passagens.

Figura 14 - Exemplo de tubulação passando pela viga



Fonte: Tigre [6]

Figura 15 - Exemplo de tubulação passando pela laje



Fonte: Tigre [6]

2.13 Encontro da tubulação flexível PEX com outros tipos de tubulação rígida (Prumadas)

A alimentação predial é feita a partir das prumadas. Para que as tubulações flexíveis PEX atuem como o ramal de distribuição em cada pavimento, uma conexão entre essas tubulações deve ser realizada. Nesse caso, na derivação natural existente entre a prumada e o pavimento é utilizado um conector de transição que migrará o tipo de tubulação rígida para a tubulação flexível PEX. Esse conector de transição é utilizado independente do tipo de tubulação utilizada na prumada, CPVC, PVC, tubulação de ferro, etc.

2.14 Alimentação do Sistema de tubulação PEX

Para as instalações ponto a ponto, que são instalações derivadas de um quadro de distribuição, recomenda-se a utilização do módulo de distribuição ou *Manifold*. Esse módulo faz a interface com outros sistemas, serve de terminal para as tubulações PEX e realiza o abastecimento hidráulico do local. As vantagens desse módulo são inúmeras, mas a principal é que cada ponto do seu ambiente terá uma alimentação individual.

O módulo de distribuição se equipara a um quadro de disjuntores de um sistema elétrico. Facilita a manutenção, reduz o

número de conexões exigidas, concentra os registros em um só ponto, pode ser instalado na vertical e na horizontal e caso seja necessário um maior número de saídas hidráulicas, basta unir módulo com módulo até que se atinja a quantidade necessária.

Figura 16 - Módulo Distribuidor ou *Manifold*



Fonte: Amanco [7]

Figura 17 - Módulo Distribuidor ou *Manifold* ampliado com outro modulo



Fonte: Tigre [6]

2.15 Manutenção Preventiva/Corretiva

Instalações ponto a ponto permitem uma rápida manutenção sempre que necessário (Tigre [3]). Caso algum tubo seja danificado basta desligar os registros, desconectar a conexão do módulo distribuidor/*manifold* e do ponto final de uso, cortar o tubo da ambas as conexões, retirar todo o trecho da tubulação, e inserir a nova tubulação junto com suas conexões. (Figura 18).

Figura 18 – Exemplo de corte de tubulação ligada ao Módulo de Distribuição/ *Manifold*



Fonte: Tigre [6]

2.16 Estudo de Caso

Seguindo as informações disponibilizadas nesse artigo, elaborou-se um estudo de caso, comparando as bobinas de tubo flexível, PEX e os tubos rígidos vendidos em barras de CPVC. Este último foi escolhido devido a sua boa aceitação no mercado.

O CPVC necessita de um adesivo plástico para a sua completa instalação. Para calcular a quantidade correta de adesivo plástico, foi utilizado uma tabela onde deve ser levado em consideração a quantidade de juntas da tubulação e o diâmetro da mesma, para chegar ao quantitativo final em gramas.

Figura 19 - Tabela de Consumo de Adesivo Gramas/Junta

ADESIVO PLÁSTICO CPVC	
Diâmetros (mm)	Gramas/junta
15	2,0
22	3,0
28	4,0
35	4,5
42	5,0
54	5,5
73	7,0
89	8,0
114	10

Fonte: Amanco [7]

No projeto de estudo foram contabilizadas 66 juntas, totalizando 330 gramas de adesivo plástico. Para cada encontro entre tubo e conexão são considerados duas juntas, por exemplo, para um joelho de 90.º consideram-se 04 juntas, pois o adesivo plástico deve ser aplicado, tanto na ponta do tubo quanto no interior da

conexão. Essa dupla aplicação, se bem feita, garante a sua estabilidade.

Foi elaborado um estudo em formato isométrico, para melhor compreensão de todo o conjunto hidráulico, tanto das instalações de CPVC quanto das instalações utilizando as bobinas de tubo flexível PEX.

O local de estudo é o projeto de um banheiro multifamiliar existente situado em um edifício de 10 andares com 4 apartamento por andar, cujas prumadas de água quente (AQ) e água fria (AF), são de CPVC. É deste trecho que as instalações irão partir, cada uma seguindo para o chuveiro, bacia sanitária e lavatório. É importante ressaltar que por ser um estudo comparativo, foi adotado o mesmo caminho para as tubulações em ambos os casos, independente do tipo de tubulação, utilizado bem como ambas as instalações serão consideradas embutidas na alvenaria. Dessa forma o estudo ficará bem claro, objetivo e sem mudanças bruscas que poderiam pesar o resultado final para uma ou outra tipologia de instalação.

Para consultar o projeto isométrico verificar o anexo: ANEXO B - Projeto Isométrico de Tubulação Rígida CPVC

Para o segundo estudo de caso, o material adotado foi o tubo flexível PEX (Polietileno Reticulado), seguindo o mesmo padrão do primeiro estudo utilizando o tubo rígido CPVC. O padrão de instalação adotado foi o anel deslizante. Para consultar o projeto isométrico verificar o anexo: ANEXO C – Projeto Isométrico de Tubulação Flexível PEX

Após o levantamento dos materiais foi realizada uma pesquisa de mercado. Para o estudo de caso utilizando a tubulação rígida CPVC, um dos revendedores da Amanco forneceu os valores para a venda dos materiais, no dia 14/09/2020 na cidade do Rio de Janeiro, para a condição de pagamento à vista, considerando os materiais dispostos na Tabela 02.

Tabela 02 – Quantitativo de Materiais Tubulação

QUANTITATIVO DE MATERIAIS					
MATERIAL ADOTADO: CPVC					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTDE	PREÇO UNIT.	PREÇO TOTAL
1	JOELHO 90º FF SUPER CPVC DN22	PEÇA	8	R\$ 2,63	R\$ 21,04
2	TE FFF SUPER CPVC DN22	PEÇA	2	R\$ 3,50	R\$ 7,00
3	CONNECT TRANS FM SUPER CPVC DN22X1/2"	PEÇA	10	R\$ 16,35	R\$ 163,50
4	CONNECT TRANS FM SUPER CPVC DN42X1/2"	PEÇA	4	R\$ 35,22	R\$ 140,88
5	TE FFF SUPER CPVC DN42	PEÇA	2	R\$ 36,52	R\$ 73,04
6	JOELHO 90º FF SUPER CPVC DN42	PEÇA	1	R\$ 22,53	R\$ 22,53
7	BUCHA DE REDUÇÃO 42X22MM CPVC	PEÇA	2	R\$ 25,15	R\$ 50,30
8	REGISTRO MONOCOMANDO DE 1/2"	PEÇA	1	R\$ 303,78	R\$ 303,78
9	REGISTRO DE GAVETA 3/4"	PEÇA	1	R\$ 35,21	R\$ 35,21
10	REGISTRO DE GAVETA 1.19/16	PEÇA	1	R\$ 30,59	R\$ 30,59
11	TUBO SUPER CPVC 22MM	METRO	10,86	R\$ 27,61	R\$ 108,84
12	TUBO SUPER CPVC 42MM	METRO	3,63	R\$ 101,60	R\$ 203,30
13	ADESIVO CPVC	GRAMAS	330	R\$ 52,90	R\$ 52,90
TOTAL DA PROPOSTA					R\$ 1.212,91

Rígida CPVC.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para o estudo de caso utilizando a tubulação flexível PEX, um dos revendedores da Amanco forneceu os valores para a venda dos materiais, no dia 17/09/2020 na cidade do Rio de Janeiro, para a condição de pagamento à vista, considerando os materiais dispostos na Tabela 03.

Tabela 03 – Quantitativo de Materiais Tubulação Flexível PEX.

QUANTITATIVO DE MATERIAIS					
MATERIAL ADOTADO: PEX					
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QTDE	PREÇO UNIT.	PREÇO
1	CONNECT TRANSIÇÃO M PEX DN16X1/2"	PEÇA	14	R\$ 10,17	R\$ 142,38
2	REGISTRO DE GAVETA DN 16	PEÇA	2	R\$ 34,85	R\$ 69,69
3	TÊ PEX DN16	PEÇA	4	R\$ 24,55	R\$ 98,18
4	REGISTRO MONOCOMANDO DE 1/2"	PEÇA	1	R\$ 303,78	R\$ 303,78
5	TUBO PEX MONOCAMADA DN16	METRO	16,14	R\$ 63,50	R\$ 63,50
6	TUBO BAINHA AZUL DN 16	METRO	16,14	R\$ 37,00	R\$ 37,00
TOTAL DA PROPOSTA					R\$ 714,53

Fonte: Elaborado pelo autor

3 Considerações finais

O PEX apresenta características benéficas para ser amplamente utilizado na construção civil.

O mercado atual necessita de tecnologias que agilizem processos, reduzam serviços, aumentem a produtividade, melhorem processos e que possibilitem a redução de custos. Com base no exposto neste artigo é possível afirmar que as tubulações flexíveis PEX, se enquadram bem nesse cenário. Das características do material já apresentadas, se considerarmos apenas as suas duas principais, flexibilidade e o número reduzido no uso de conexões, já é possível identificar algumas vantagens significativas em relação às tubulações rígidas, dependendo do uso final, tais como, redução de custos, redução de desperdícios, agilidade de instalação, redução do uso de conexões, pois o próprio tudo pode

ser utilizado para a mudança de direção do ramal em casos específicos e consequentemente um aumento na produção.













Conclui-se então que a tecnologia de tubulação flexível, mostra-se muito promissora, principalmente quando comparada há um sistema de tubulação rígido amplamente utilizado no mercado brasileiro atualmente, o CPVC. Como foi possível notar no estudo de caso apresentado, dividindo o valor do orçamento do PEX pelo orçamento do CPVC, para obtermos a porcentagem de diferença entre ambos, teremos um custo 58,9% mais barato na tubulação flexível em compração com a tubulação rígida. Logo, dependendo do uso final é seguro afirmar que pode ser mais vantajoso optar pela utilização da tubulação flexível PEX no lugar da tubulação rígida, devido a sua efetividade como instalação hidráulica e sua viabilidade econômica financeira atraente.

4 Referências Bibliográficas

- [1] BARBI. Tubos e Conexões PEX Barbi 5.º Edição. Disponível em: <<http://www.barbidobrasil.com.br/pdfs/linha-pex-barbi.pdf>> Acessado em: 02/02/2020
- [2] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15939-1/2011 - Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X). Parte 1 - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro 2011
- [3] ISO. Organização Internacional para Padronização. ISO 15875-1: 2003 Sistemas de tubulação de plásticos para instalações de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X)
- [4] ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5626 - Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro 2020
- [5] ASTRA. Manual Técnico Astra PEX Sistemas Hidráulicos. Disponível em: <<http://www.astrasa.com.br/arquivos/pdf/manual-tecnico-astrapex.pdf>> Acessado em: 14/02/2020
- [6] TIGRE. Predial PEX Tigre Monocamada / Multicamada Catálogo Técnico 2020. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-predial-pex.pdf>> Acessado em: 30/01/2020
- [7] AMANCO. Linha Amanco PEX Manual Técnico 2015. Disponível em: <http://assets.production.amanco.com.br.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_asset/file/38/Manual-PEX-2015-WEB-FINAL.pdf> Acessado em: 30/01/2020

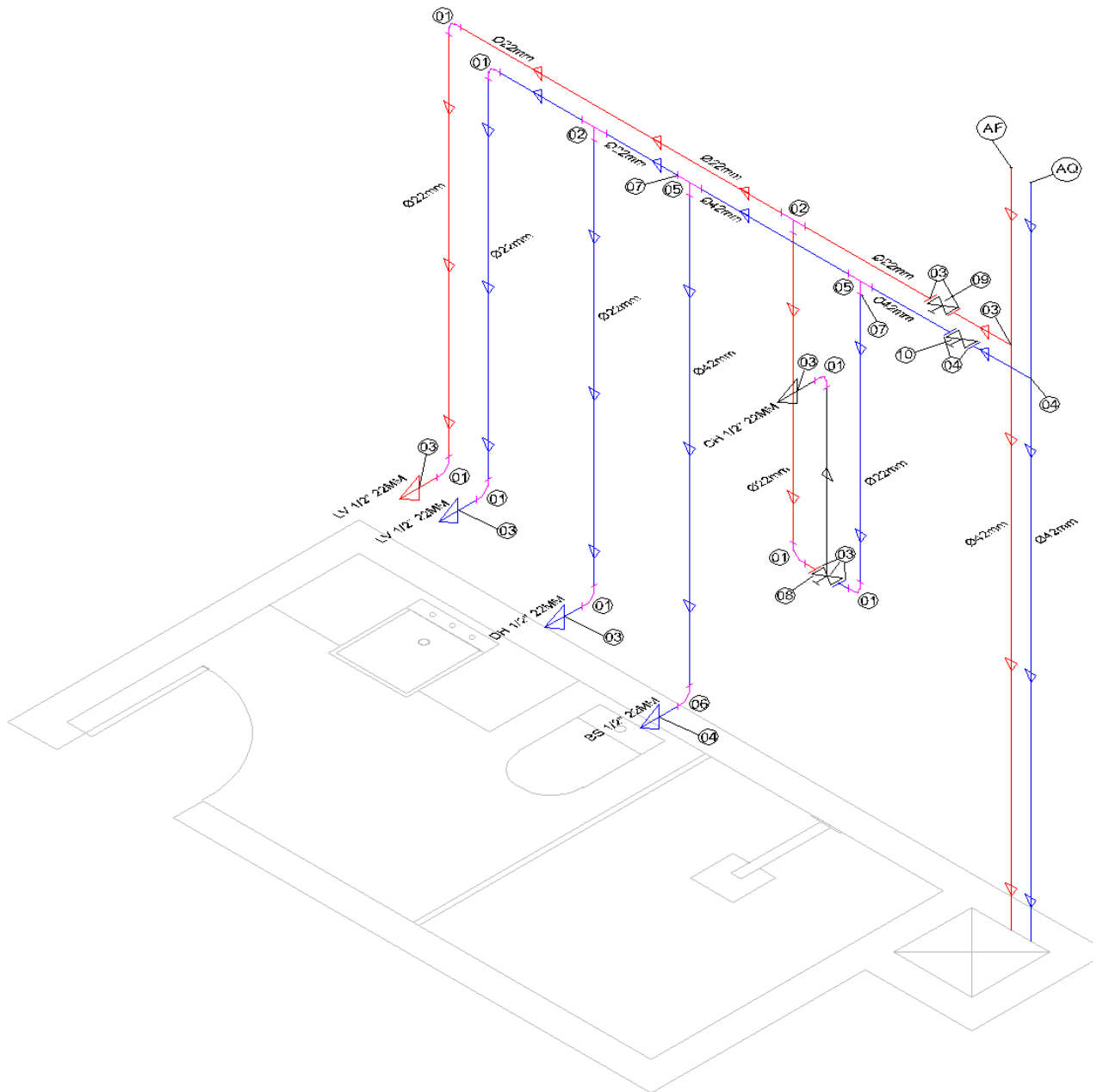
5 Anexos

ANEXO A – Tabela 01 – Tabela de Ferramentas

TABELA DE FERRAMENTAS			
FERRAMENTAS PARA INSTALAÇÃO TIPO PUSH-FIT OU ENGATE RÁPIDO			
FIGURA 01		ALICATE CORTA TUBO	UTILIZADO PARA REALIZAR CORTES NAS TUBULAÇÕES (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FIGURA 02		CALIBRADOR/ CHANFRADOR	UTILIZADO PARA ALARGAR A TUBULAÇÃO FACILITANDO A LIGAÇÃO ENTRE TUBO E CONEXÃO (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FIGURA 03		CURVADOR	UTILIZADO PARA CURVAR AS TUBULAÇÕES (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FERRAMENTAS PARA INSTALAÇÃO TIPO ANEL DESLIZANTE			
FIGURA 04		TESOURA CORTA TUBOS	UTILIZADO PARA REALIZAR CORTES NAS TUBULAÇÕES (FONTE: CATÁLOGO AMANCO 2020)
FIGURA 05		PRESA MÉDIA DE ANEL DESLIZANTE	TEM COMO FUNÇÃO UNIR TUBULAÇÃO E CONEXÃO COM O ANEL DESLIZANTE (FONTE: CATÁLOGO ASTRA 2020)
FIGURA 06		ALICATE ALARGADOR DE TUBOS	UTILIZADO PARA ALARGAR A TUBULAÇÃO PARA QUE ESTA ENTRE DE MANEIRA MAIS FÁCIL NA CONEXÃO (FONTE: CATÁLOGO AMANCO 2020)
FIGURA 07		CURVADOR	UTILIZADO PARA CURVAR AS TUBULAÇÕES (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FERRAMENTAS PARA INSTALAÇÃO TIPO CRIMPAGEM			
FIGURA 08		ALICATE CORTA TUBO	UTILIZADO PARA REALIZAR CORTES NAS TUBULAÇÕES (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FIGURA 09		ALICATE CRIMPADOR	UTILIZADO PARA REALIZAR A CRIMPAGEM DA CONEXÃO COM O TUBO. O ALICATE PRECIONA A PEÇA METÁLICA DA CONEXÃO NO TUBO, FINALIZANDO A UNIÃO DE AMBOS (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FIGURA 10		ANEIS DE CRIMPAGEM	UTILIZADO PARA REALIZAR A CRIMPAGEM DA CONEXÃO COM O TUBO. DEPENDENDO DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO, EXISTE UM ANEL DE CRIMPAGEM ESPECÍFICO PARA REALIZAR A UNIÃO CORRETA EM CONEXÃO E TUBULAÇÃO. (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FIGURA 11		CALIBRADOR/ CHANFRADOR	UTILIZADO PARA ALARGAR A TUBULAÇÃO FACILITANDO A LIGAÇÃO ENTRE TUBO E CONEXÃO (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)
FIGURA 12		CURVADOR	UTILIZADO PARA CURVAR AS TUBULAÇÕES (FONTE: CATÁLOGO TIGRE 2020)

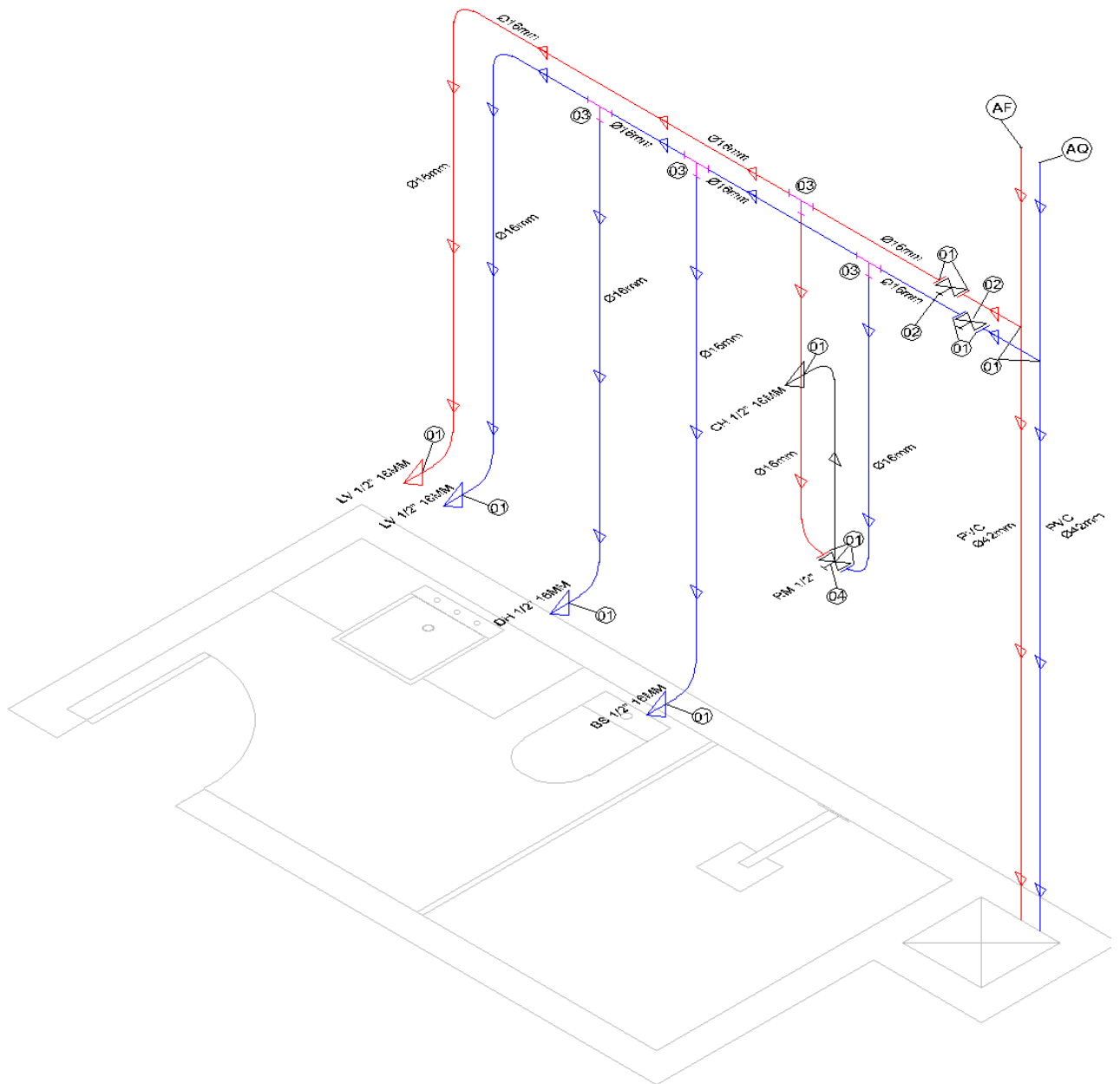
Fonte: O autor baseado em Tigre [6], Amanco [7] e Astra [5]

ANEXO B – Projeto Isométrico de Tubulação Rígida CPVC



Fonte: O Autor

ANEXO C – Projeto Isométrico de Tubulação Flexível PEX



Fonte: O Autor