



## Os benefícios da utilização de novas tecnologias para sistemas hidráulicos.

### *The Benefits of Using New Technologies for Hydraulic Systems*

MARTINS, Thiago Gomes<sup>1</sup>; RODRIGUES, Rafael<sup>2</sup>.

tgm\_rj@hotmail.com<sup>1</sup>; rafaelr@poli.ufrj.br<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Pós-graduando em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Cívicas, NPPG/POLI – UFRJ

<sup>2</sup>Engenheiro Civil, Mestrando em Engenharia Urbana, NPPG/POLI – UFRJ

#### **Informações do Artigo**

Palavras-chave:  
Instalações Hidráulicas  
Tubos  
Conexões

Key word:  
Hydraulic Installations  
Pipes  
Connections

#### **Resumo:**

*A fim de melhorar a eficiência dos sistemas de abastecimento predial, diversas atualizações nos sistemas hidráulicos vêm sendo adotadas, com intuito de economia financeira e redução de desperdícios de material e mão de obra. Este artigo tem como objetivo comparar os diferentes tipos de instalações hidráulicas utilizados nas edificações do Brasil, desde os mais tradicionais, como o Policloreto de Vinila (PVC), até os mais modernos, como o Polietileno Reticulado (PEX) monocamada e multicamadas, analisando as características técnicas e dimensionais de cada um deles. Além disso, pretende explicar sobre as vantagens e desvantagens de cada instalação e em quais situações cada sistema é indicado. Durante a elaboração deste trabalho, foi realizada uma visita em uma obra, onde um dos sistemas utilizados era o PEX monocamada ponto a ponto e nesta visita foram observados os principais benefícios deste sistema que são: maior velocidade e facilidade de execução e menor gasto com material.*

#### **Abstract**

*In order to improve the efficiency of building supply systems, various updates in hydraulic systems have been adopted, aiming for financial savings and reduction of material and labor waste. This article aims to compare the different types of hydraulic installations used in buildings in Brazil, from the most traditional, such as Polyvinyl Chloride (PVC), to the most modern, such as single-layer and multi-layer Cross-Linked Polyethylene (PEX), analyzing the technical and dimensional characteristics of each. Additionally, it intends to explain the advantages and disadvantages of each installation and in which situations each system is recommended. During the preparation of this work, a site visit was conducted where one of the systems used was single-layer point-to-point PEX, and during this visit, the main benefits of this system were observed: greater speed and ease of execution and lower material costs.*

### **1. Introdução**

A água tratada está muito presente no dia-a-dia das pessoas que possuem acesso a ela. Desde as atividades mais simples, como

lavar as mãos, até as mais importantes, como bebê-la, para que o nosso organismo possa dar continuidade as suas funções normais, implicam na necessidade do consumo consciente para que sua escassez seja evitada.

Infelizmente, ainda é possível perceber o desperdício deste recurso essencial para a sobrevivência da população de diversas maneiras: uma torneira aberta por muito tempo desnecessariamente ou até mesmo por uma tubulação com vazamento faz com que a perda de água seja imensurável. Levando em consideração que o nosso planeta é constituído em sua maior parte por água imprópria para o consumo, já que é salgada, devemos poupar e utilizar da melhor forma possível.

Dessa maneira, pensando na economia e com o intuito de evitar desperdício, os sistemas hidráulicos foram sofrendo alterações e atualizações para deixá-los cada vez mais eficientes.

A busca por processos construtivos mais eficientes e de menor custo é cada vez maior e com as instalações hidráulicas de um empreendimento não é diferente. As crescentes descobertas de novos equipamentos, materiais e métodos construtivos fazem com que as pessoas que trabalham no ramo da construção civil necessitem estar sempre informados e modernizados, para garantir um serviço duradouro e de excelência.

Com as atualizações das instalações hidráulicas, os materiais também foram alterados e os mais utilizados são: Policloreto de Vinila mais conhecido como PVC, Policloreto de Vinila Clorado mais conhecido como CPVC, Polipropileno Copolímero Random (PPR) e o Polietileno Reticulado, conhecido no mercado nacional pela sigla em inglês PEX.

## **2. Policloreto de Vinila (PVC)**

Segundo Nunes et AL[1], o policloreto de vinila (PVC) é um dos materiais mais consumidos no mundo e teve a sua descoberta em 1835 por Justus Von Liebig através do monômero cloreto de vinila (MVC) dando origem ao PVC. E devido as suas características físicas, tornou-se muito popular, principalmente graças ao seu baixo custo.

O principal aditivo somado ao polímero é o carbonato de cálcio na fabricação de tubos de PVC rígido para utilização em construções civis, com uma quantidade que tem a finalidade de conferir melhores propriedades mecânicas ao produto, reduzindo seu custo final de produção.

O PVC pode ser classificado como flexível ou rígido, sendo este último o mais utilizado nas construções civis no emprego de tubos e conexões.

### **2.1. Características Gerais**

De acordo com o fabricante Tigre, a principal função de um tubo de PVC rígido nas construções civis é a condução de água em temperatura ambiente. Além disso, esse tipo de tubo evita contaminação da água por produtos químicos e corrosão. Outra característica importante é que os tubos possuem baixa rugosidade interna, o que implica em uma baixa perda de carga nas instalações hidráulicas que é a perda de energia que um fluido sofre no interior de um tubo, mais especificamente, no seu percurso até o ponto de uso. Essa perda ocorre devido ao atrito nas paredes do tubo e, principalmente, nas mudanças de direções no trajeto.

Os tubos e conexões de PVC podem ser utilizados tanto internamente nas alvenarias e quanto externamente, porém a instalação em locais abertos deverá contar com uma proteção ou barreira física para evitar ações de intempéries e de raios ultravioleta. Além disso, os tubos e conexões suportam uma pressão de serviço de, no máximo, 7,5 kgf/cm<sup>2</sup> (quilograma-força por centímetro quadrado) ou 75 m.c.a. (metros de coluna d'água) a uma temperatura de 20°C, conforme descrito no manual do fabricante Tigre [2].

### **2.2. Tubos e Conexões**

Existem dois tipos de tubos e conexões de PVC no mercado atual, são eles: soldável em que a solda à frio das peças é realizada através de um adesivo plástico (composto químico à base de solvente); e o roscável, onde a própria rosca das peças faz a

união dos elementos com o auxílio de uma fita ou fio de teflon para auxiliar na vedação dos componentes.

Os tubos e conexões soldáveis são fabricados usualmente na cor marrom, conforme e comercializados com os seguintes diâmetros nominais em milímetros: 20; 25; 32; 40; 50; 60; 75; 85; 110.

Já os tubos e conexões roscáveis são fabricados usualmente na cor branca, conforme e comercializados com os seguintes diâmetros nominais em polegadas: 1/2; 3/4; 1; 1¼; 1½; 2; 2½; 3; 4.

Fazendo um comparativo dos diâmetros nominais entre os tubos de PVC soldáveis e roscáveis, temos a seguinte equivalência:

Quadro 1 – Comparativo dos diâmetros dos tubos de PVC soldáveis e roscáveis

Diâmetros Nominais	
Milímetros (mm)	Polegadas (")
20	1/2
25	3/4
32	1
40	1¼
50	1½
60	2
75	2½
85	3
110	4

Fonte: Autor

### 2.3. Vantagens e Desvantagens

De acordo com o fabricante Tigre [2,3] a linha soldável apresenta uma facilidade na instalação do sistema: a união por solda à frio com o uso de adesivo plástico, dispensando o uso de ferramentas e equipamentos especiais, além de possuírem alta resistência a produtos químicos. Já as vantagens da linha roscável são: apresenta paredes mais grossas podendo ser utilizada em sistemas aparentes, maior resistência a choques ou impactos e facilita também a montagem e desmontagem em caso de sistemas provisórios. Esta linha também possui alta resistência a produtos químicos.

O uso do PVC fica restrito somente na condução de água fria ou em temperatura

ambiente, pois a água quente pode tornar o tubo muito maleável, ou até mesmo derretê-lo. A temperatura máxima recomendada é de 20°C, ou seja, para um sistema de água quente, é indicada a utilização de outro tipo de material.

### 3. Policloreto de Vinila Clorado (CPVC)

De acordo com o fabricante Tigre, o CPVC teve a sua comercialização iniciada na década de 60 no Brasil para atender pólos industriais que utilizavam fluidos a altas temperaturas e de maneira resistente a corrosão.

Segundo Nunes [1], “CPVC é o nome dado às resinas termoplásticas produzidas pela pós-cloração de resina de PVC”.

O fabricante Corzan menciona que a diferença entre o CPVC e o PVC é a quantidade de átomos de cloro contida na estrutura do carbono, protegendo-o de correntes de ataque. A taxa de cloro encontrada no PVC é de 56,7% e no CPVC pode chegar até 74%. À proporção que a taxa de cloro aumenta, eleva também a resistência à temperatura do tubo.

A principal função do CPVC está na utilização em condução de água quente e em fluidos industriais. Além disso, devido a sua resistência a altas temperaturas, podem ser utilizados em sistemas de combate a incêndio, como por exemplo, *sprinklers*.

De acordo com a Corzan [5], devido a sua elevada resistência à temperatura e pressão, esse tipo de tubo tem diversas áreas industriais e comerciais.

#### 3.1. Uso e Características Técnicas

De acordo com um dos fabricantes nacionais [4], o CPVC é um material similar ao PVC, porém adicionadas as propriedades de resistência à condução de líquidos com altas temperaturas e pressões, proporcionadas pela composição diferenciada e com mais moléculas de cloro, em comparação ao PVC.

Os tubos e conexões comercializados no mercado atual são do tipo soldáveis em que há necessidade de um adesivo plástico para união das peças e podem ser utilizados tanto internamente nas alvenarias quanto externamente, e conforme informações da Tigre, eles suportam uma pressão de serviço 6,0 kgf/cm<sup>2</sup> ou 60 m.c.a. conduzindo água a 80°C e 24,0 kgf/cm<sup>2</sup> ou 240 m.c.a. conduzindo água a 20°C, respeitando a NBR 15884-2 de 2011, bem como outros fabricantes consultados nesse estudo.

### 3.2. Características Dimensionais

Os tubos e conexões CPVC são fabricados usualmente na cor bege e comercializados com os seguintes diâmetros em milímetros: 15; 22; 28; 35; 42; 54; 73; 89; 114.

Fazendo um quadro comparativo dos diâmetros nominais entre os tubos de PVC e CPVC, temos a seguinte equivalência:

Quadro 2 – Comparativo dos diâmetros dos tubos de PVC e CPVC

Diâmetros Nominais (mm)	
PVC	CPVC
20	15
25	22
32	28
40	35
50	42
60	54
75	73
85	89
110	114

Fonte: Autor

### 3.3. Vantagens

A linha CPVC por ser produzida em material plástico não tóxico apresenta durabilidade e resistência no deslocamento do líquido. Além disso, evita corrosões e incrustações no interior dos tubos e odores na água. A instalação é realizada de maneira simples com utilização de adesivo plástico, o que dispensa o uso de ferramentas específicas ou de maior complexidade. Por ser um material de alta resistência à pressão e temperatura é resistente a impactos e tem um

bom isolamento térmico, conforme catálogo de produtos do fabricante Amanco.

A exemplo do sistema em PVC, para instalação do sistema em CPVC, não apresenta necessidade de uma mão de obra especializada.

## 4. Polipropileno Copolímero Random (PPR)

De acordo com o catálogo da Super Green, devido aos problemas ocasionados com a condução de água quente pelos tubos tradicionais, foi desenvolvido na Europa no início da década de 50, um produto para suportar altas temperaturas e pressões. Esta pesquisa proporcionou a produção de novos tubos e conexões resistentes a temperaturas elevadas que quando termofundidas superavam as possibilidades de vazamentos nas conexões.

O polipropileno é uma resina poliolefínica, tendo seu principal composto o petróleo, que surgiu a partir de derivações químicas através das rupturas das cadeias moleculares, segundo catálogo técnico Tigre PPR.

### 4.1. Uso e Características Gerais

O processo de união de tubos e conexões é realizado através da termofusão, que é a fusão molecular entre as peças, sendo este processo ocorrendo a uma temperatura de, aproximadamente, 260°C e resultando em um único material sem solda e cola, conforme Super Green [7].

De acordo com a Super Green [7] os tubos e conexões podem operar com as seguintes temperaturas de serviço:

1. PN 12 apenas para uso em instalações de água fria até 100 m.c.a. e temperaturas médias de 27°C.
2. PN 20: 70 °C a 60 m.c.a., suportando picos de 95 °C a 60 m.c.a.
3. PN 25: 70 °C a 80 m.c.a. suportando picos de 95 °C a 80 m.c.a.

Essas informações de temperaturas de serviço são exclusivas do fabricante Amanco [6], pois outros fabricantes podem adotar temperaturas diferentes, nesse caso, ideal é adquirir o material do fabricante que melhor atender a demanda.

#### 4.2. Características Dimensionais

Os tubos e conexões comercializados no mercado atual são do tipo 3, disponível nas seguintes classes: PN12 (12 kgf/cm<sup>2</sup>), PN20 (20 kgf/cm<sup>2</sup>) e PN25 (25 kgf/cm<sup>2</sup>).

Os tubos e conexões PPR são fabricados usualmente na cor verde e comercializados com os seguintes diâmetros em milímetros: 20; 25; 32; 40; 50; 63; 75; 90; 110.

Comparando os diâmetros nominais entre os tubos de PVC, CPVC e PPR, temos a seguinte relação de equivalência:

Quadro 3 – Comparativo dos diâmetros dos tubos de PVC, CPVC e PPR

Diâmetros Nominais (mm)		
PVC	CPVC	PPR
20	15	20
25	22	25
32	28	32
40	35	40
50	42	50
60	54	63
75	73	75
85	89	90
110	114	110

Fonte: Autor

#### 4.3. Vantagens e Desvantagens

Da mesma maneira que os tubos PVC e CPVC, o PPR também é produzido em material plástico não tóxico apresentando durabilidade e resistência no deslocamento do líquido, o que evita corrosões e incrustações no interior dos tubos e odores na água. Além disso, possui uma maior resistência a impactos. O sistema atinge melhores índices de produtividade sem utilização de adesivos plásticos, empregando somente a termofusão, com isso obtendo uma otimização da produção do projeto, conforme catálogo de produtos do fabricante Amanco.

Em casos de reparos em tubulações de alimentação de água onde o local não pode ficar sem água por muito tempo, que é o caso de hotéis ou shoppings, por exemplo, o PPR seria uma solução mais adequada, já que não exige que se aguarde durante horas para que a fusão seja finalizada. Em poucos minutos, segundo a fabricante Amanco, a conexão está liberada para suportar pressão. Já no caso de tubos soldados a frio, esse tempo seria de horas.

Em contrapartida, para que a termofusão seja realizada, é necessário o uso de equipamentos específicos, principalmente para fazer a termofusão na união das conexões e tubos, o que demanda treinamento prático exclusivo para operá-lo.

### 5. Polietileno Reticulado (PEX)

O polietileno reticulado (PEX) é um tubo de polímero flexível projetado para resistir a altas temperaturas. A sua tecnologia foi desenvolvida na Europa na década de 70, onde até hoje há um mercado sólido. Na década de 80, foi introduzido na América do Norte para aquecimento de pisos e logo depois foi aprovada sua utilização em sistemas de abastecimento de água quente e fria, conforme Design Guide.

De acordo com Amanco [6], o PEX é um polímero que sofre em sua produção um processo físico-químico deixando de ser um material termoplástico e se transformando um termofixo (ou termorrígido) e com essa tecnologia, adquire uma resistência maior à pressão e à temperatura.

Segundo Sá, o polietileno reticulado é uma das ramificações do polietileno de alta densidade e devido suas fibras estarem concentradas em forma de rede, sua resistência mecânica e à temperatura é elevada, suportando 95°C de água quente.

Segundo o catálogo técnico predial da Tigre a principal função e aplicação do tubo PEX é a distribuição de água fria ou quente por ramais prediais em sistema de


aquecimento em edificações residenciais ou comerciais.

É possível encontrar no mercado nacional dois tipos de PEX: monocamada e multicamadas. O monocamada é utilizado no transporte de água fria e quente, enquanto o multicamadas além de transportar água fria e quente, tem capacidade de conduzir gás natural (GN) e gás liquefeito de petróleo (GLP), já que possui uma camada de alumínio no interior do tubo que auxilia no ganho de resistência, tornando todo o sistema estanque, ou seja, não permite que o gás permeie pelas paredes do tubo.

### 5.1. Tubo PEX Monocamada

Os tubos PEX monocamada possuem apenas uma camada de polietileno leve, o que facilita seu transporte e instalação. As bitolas encontradas no mercado nacional são 16 mm, 20 mm, 25 mm e 32 mm fornecidas em bobinas que variam de 50 m a 200 m. Facilita a logística do canteiro e a estocagem, pois é fornecida em bobinas, gerando menos perda de material já que é possível cortar no tamanho desejado. Com a sua flexibilidade, é possível diminuir, drasticamente, o número de conexões, além de possuir alta resistência química e à corrosão não transmitindo gosto ou odor para a água, segundo catálogo predial PEX da Tigre.

Figura 1 – Tubo de PEX Monocamada e suas medidas



Ref.	Medida	Rolo
C/1618M	16 x 12,4 mm	200 m
C/2019M	20 x 16,2 mm	100 m
C/2523M	25 x 20,4 mm	100 m
C/3229M	32 x 26,2 mm	50 m

Fonte: Astra [13]


### 5.2. Tubo PEX Multicamadas

Os tubos PEX multicamadas possui as mesmas características básicas dos tubos monocamada, entretanto por obter uma camada de alumínio entre as camadas PEX, têm uma resistência superior ao monocamada, dando uma maior segurança e podendo ser utilizado para outros fins. Possui uma barreira de oxigênio devido à camada de alumínio e

uma baixa rugosidade o que proporciona baixa perda de carga ao longo da linha, conforme o catálogo da Tigre [12].

As medidas das bitolas adotadas no mercado brasileiro também são de 16 mm, 20 mm, 25 mm e 32 mm e suas bobinas variam de 50 m e 100 m, de acordo com o fabricante Astra. Tais dimensões dos rolos são adotadas para facilitar o transporte e o armazenamento no canteiro de obras.

Figura 2 – Tubo de PEX Multicamada e suas medidas



Ref.	Medida	Rolo
G/1620M	16 x 12 mm	100 m
G/2020M	20 x 16 mm	100 m
G/2525M	25 x 20 mm	50 m
G/3230M	32 x 26 mm	50 m

Fonte: Astra [13]

### 5.3. Características Gerais

O sistema PEX possui uma característica importante que é o processo ponto a ponto. Essa metodologia é iniciada a partir de uma caixa de distribuição levando individualmente os tubos até o seu ponto de uso sem utilização de conexões.

A figura a seguir demonstra uma instalação hidráulica de água quente e fria de um banheiro residencial com utilização do sistema PEX ponto a ponto. É possível analisar que há uma caixa de distribuição na parede lateral e a partir dela os tubos PEX seguem todo percurso até o seu ponto final, lavatório, bacia sanitária e chuveiro sem utilização de conexões durante toda sua trajetória.

Figura 3 – Instalação do Sistema PEX Ponto a Ponto



Fonte: Tigre [12]

De acordo com o catálogo da Tigre [12] os tubos PEX monocamadas suportam uma pressão máxima de 60 kgf/cm<sup>2</sup> e uma temperatura de serviço a 80°C e com pico de 95°C. Já os tubos PEX multicamadas suportam uma pressão máxima de 100 kgf/cm<sup>2</sup> e uma temperatura de serviço a 95°C e com pico de 110°C, conforme a norma de fabricação internacional ISO 15875.

#### 5.4. Vantagens e Desvantagens

As vantagens na utilização dos tubos PEX são percebidas principalmente na montagem dos sistemas, devido a maleabilidade dos tubos e, conseqüentemente, sem haver a necessidade de conexões ou desperdícios de materiais. Desta forma, as construtoras que optam por utilizar esse tipo de sistema, o fazem para obter ganho de tempo de execução.

Além disso, estes tipos de tubo são extremamente leves e resistentes às altas temperaturas e aos mais variados compostos químicos, garantindo uma maior durabilidade do produto.

Dentre as desvantagens, pode ser citada a necessidade de mão de obra especializada e treinada para realização dos cortes e crimpagens dos tubos e conexões. O ato de crimpar é o nome dado para união das peças por meio de um alicate específico (crimpador), conforme figura 4. Portanto, é necessário que se tenha esta ferramenta para instalação dos pontos de água quente e fria. Outro exemplo de desvantagem seria a limitação dos diâmetros ofertados no mercado nacional, tal fato ocorre devido a dificuldade do manuseio do tubo PEX com diâmetro acima de 32 mm.

Figura 4 – Alicate crimpador



Fonte: Tigre [12]

## 6. Estudo de Caso

Foi realizada uma visita à obra de uma construtora com atuação nacional e que está entre as líderes no programa habitacional federal Minha Casa Minha Vida, que atende famílias de baixa renda na aquisição do seu imóvel próprio. O empreendimento fica situado na zona oeste da cidade do Rio de Janeiro, no bairro de Campo Grande e apresenta 300 apartamentos distribuídos da seguinte maneira: 15 blocos contendo 5 pavimentos tipos, e cada pavimento com 4 apartamentos.

Todas as informações e dados técnicos mencionados foram colhidos durante a visita à obra, porém não foi possível obter com os responsáveis pelo empreendimento, elementos precisos quanto à produtividade da equipe em efetuar as instalações e aos custos dos materiais e mão de obra.

O apartamento é composto por uma cozinha integrada com a área de serviço e um banheiro social, tendo somente um ponto de água quente no chuveiro.

O tempo de execução previsto pela equipe da obra é que seja realizado um pavimento tipo, ou seja, 4 apartamentos, por dia. Portanto, a previsão é que em uma semana a instalação hidráulica dos pontos de água quente e fria de um bloco, totalizando 20 unidades, seja concluída.

A equipe que realiza essa atividade é composta por um profissional e dois ajudantes que foram treinados previamente pelo encarregado.

Antes de iniciar suas atividades, esses profissionais são treinados e orientados pelo encarregado de obra. Dessa forma, a construtora se certifica que eles irão executar suas demandas de forma correta e com agilidade, reforçando que, além de produtos com novas tecnologias, o treinamento de mão de obra é indispensável para otimização de processos.

O projeto de hidráulica considerou que as prumadas passariam por um *shaft* que fica no banheiro, abastecendo assim todos os

apartamentos da coluna onde estariam posicionadas. Na figura 5, é possível visualizar o *shaft* com as prumadas sendo instaladas e a partir desta área serão feitas as derivações de água fria para a cozinha, área de serviço e para o próprio banheiro.

Figura 5 – Shaft de Hidráulica no Banheiro



Fonte: Autor

A figura 6 evidencia os pontos de água fria do lavatório, bacia sanitária acoplada e do chuveiro do banheiro do apartamento superior.

Figura 6 – Instalação PEX de água fria do banheiro



Fonte: Autor

Na área de serviço será instalado um aquecedor a gás para obter um ponto de água quente no chuveiro. A instalação é realizada da seguinte maneira: entrada da água fria à

direita sinalizada com adesivo azul, saída da água quente com adesivo vermelho e o ponto do gás centralizado com adesivo amarelo, conforme é indicado na figura 7.

Figura 7 – Preparação para água quente



Fonte: Autor

Após a finalização de toda a instalação hidráulica é realizado o teste de estanqueidade, que é o processo para verificar se há ou não possíveis pontos de vazamentos. Após esta etapa, serão instalados painéis de poliestireno expandido (EPS), ou seja, placas de isopor, que tem como objetivo fazer a vedação das prumadas.

Depois de realizada as atividades de assentamento de peças cerâmicas, instalação de louças e metais, pintura e elétrica, o banheiro e a cozinha são finalizados. A figura mostra a instalação do lavatório e bacia sanitária do banheiro.

Figura 8 – Instalação do Lavatório e Bacia Sanitária



Fonte: Autor



## 7. Considerações Finais

Na construção civil são desenvolvidos novos materiais e técnicas construtivas com o intuito de melhorar cada vez mais a eficiência do projeto, principalmente aumentando a produtividade e diminuindo os custos da obra.

O tubo de PVC soldável para água fria e o CPVC para água quente são os materiais mais conhecidos neste mercado, com uma mão de obra simples para execução, tornando sua instalação e montagem a mais utilizada no cenário nacional.

Com a chegada do tubo PEX, as construtoras de grande porte estão cada vez mais utilizando esse sistema devido aos seus benefícios na instalação que são: menor tempo e maior facilidade de execução no sistema ponto a ponto, pois é possível fazer curvas com o próprio tubo e diminuir os gastos com perda de material (desperdício), visto que os tubos são vendidos em bobinas, não havendo a necessidade de diversos cortes.

Como a equipe da obra não possuía ou não pôde fornecer dados precisos sobre tempo de execução da instalação em sistema flexível e rígido, produtividade das equipes de campo, custo global ou absoluto dos tubos, conexões, acessórios, ferramentas e outros equipamentos específicos para instalação do sistema PEX, não foi possível avaliar se, economicamente, o sistema PEX é mais vantajoso que os sistemas rígidos tradicionais de água fria e quente. Contudo, durante a visita, houve a percepção de que o sistema proporciona maior agilidade no transporte de material (bobinas em vez de tubos de 3 ou 6 metros) na instalação, ainda que demandasse uso de ferramentas específicas, o processo é simples e os fabricantes disponibilizam treinamento da equipe de campo de forma gratuita.

Além do evidente ganho logístico e de produtividade, houve também o ganho na segurança do sistema, onde a evidência foi a diminuição de vazamentos detectados no teste de estanqueidade.

Portanto, ainda que possua um custo total de material superior aos sistemas rígidos, o

sistema PEX proporciona vantagens técnicas não mensuráveis que apontam ser a melhor solução para empreendimentos de grande porte, com centenas de unidades e grande volume de repetições nas instalações hidráulicas.

## 8. Referências

- [1] NUNES, L. R.; RODOLFO, A. Jr.; ORMANJI, Tecnologia do PVC, São Paulo: ProEditores / Braskem, 2002.
- [2] TIGRE, Catálogo técnico, tubos e conexões para água fria, tubos e conexões soldáveis, 2013. Disponível em: <[https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/tubos-conexoes-soldaveis\\_0.pdf](https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/tubos-conexoes-soldaveis_0.pdf)>. Acesso em 12/06/2021
- [3] TIGRE, Catálogo técnico, tubos e conexões para água fria, tubos e conexões roscáveis, 2009. Disponível em: <<https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/tubos-conexoes-roscaveis.pdf>>. Acesso em 12/06/2021.
- [4] TIGRE, Catálogo técnico, tubos e conexões para água quente, aquaterm. Disponível em: <[https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/TG-273-20%20CATALOGO%20C3%81GUA%20QUENTE%202020-baixa\\_2.pdf](https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/TG-273-20%20CATALOGO%20C3%81GUA%20QUENTE%202020-baixa_2.pdf)>. Acesso em 13/06/2021.
- [5] CORZAN, Industrial Systems. o que é cloreto de polivinilo clorado (cpvc)?. Disponível em: <<https://www.corzan.com/pt-br/o-que-e-cloreto-de-polivinilo-clorado-cpvc>>. Acesso em 13/06/2021.
- [6] AMANCO, Catálogo Linha Predial. Disponível em: <[http://assets.production.amanco.com.br.s3.amazonaws.com/uploads/gallery\\_asset/file/135/catalogo-Predial-Master-2019-FINAL-Web.pdf](http://assets.production.amanco.com.br.s3.amazonaws.com/uploads/gallery_asset/file/135/catalogo-Predial-Master-2019-FINAL-Web.pdf)>. Acesso em 12/06/2021.

- [7] SUPER GREEN, Catálogo Supergreen PPR. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/supergreen/supergreen\\_ppr.pdf](https://www.aecweb.com.br/cls/catalogos/supergreen/supergreen_ppr.pdf)>. Acesso em 14/06/2021.
- [8] TIGRE, Catálogo técnico, tubos e conexões para água quente, PPR. Disponível em: <[https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/TG-273-20%20CATALOGO%20%C3%81GUA%20QUENTE%202020-baixa\\_0.pdf](https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/TG-273-20%20CATALOGO%20%C3%81GUA%20QUENTE%202020-baixa_0.pdf)>. Acesso em 14/06/2021.
- [9] SÁ, Nuno José Marques e. Fissuras em Edifícios Residenciais em Alvenaria Estrutural. 2010. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2012
- [10] DESIGN GUIDE, Plastic Pipe and Fittings Association, Residential PEX Water Supply Plumbing Systems, 2º Ed. 2013. Disponível em: <[https://www.huduser.gov/portal/publications/destech/pex\\_design\\_guide\\_ed2.html](https://www.huduser.gov/portal/publications/destech/pex_design_guide_ed2.html)>. Acesso em 21/06/2021.
- [11] TIGRE, Catálogo de produtos predial. Disponível em: <<https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/catalogos/ct-obras-e-reformas.pdf>>. Acesso em 21/06/2021.
- [12] TIGRE, Catálogo técnico predial PEX. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/themes/tigre2016/downloads/catalogos-tecnicos/ct-predial-pex.pdf>> Acesso em 21/06/2021.
- [13] ASTRA, Catálogo Geral, Disponível em: <<https://www.astra-sa.com/pics/downloads/catalogo-geral-astra.pdf>>. Acesso em 21/06/2021.