

## ANÁLISE COMPARATIVA DE SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES: TUBULAÇÕES PEX E PVC

ANGELON, Mariana P.<sup>1</sup>

ALMEIDA, Milena B.<sup>2</sup>

FASSINA, Cristina G.<sup>3</sup>

Universidade São Francisco

**mariana.angelon@mail.usf.edu.br<sup>1</sup>, milena.almeida@mail.usf.edu.br<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Mariana Angelon Pinto, Aluna do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba – SP;

<sup>2</sup>Milena Barbosa de Almeida, Aluna do Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba – SP;

<sup>3</sup>Professora Orientadora Cristina das Graças Fassina, Curso de Engenharia Civil, Universidade São Francisco; Campus Itatiba – SP;

**Resumo.** A busca por processos mais eficientes na construção civil tem levado ao desenvolvimento constante de inovações, com o objetivo de melhorar processos, reduzir prazos e cortar custos. Nesse contexto, o presente artigo aborda uma análise comparativa entre dois sistemas de tubulações amplamente utilizados em instalações hidráulico-sanitárias na construção civil: o polietileno reticulado (PEX) e o policloreto de vinila (PVC). Este estudo focou na análise de estudos de caso de edificações, considerando os custos, o tempo de instalação e a eficiência de cada sistema. Os resultados mostraram que, embora o custo inicial do PEX seja superior ao do PVC, em obras de grande escala ele se torna mais viável devido à redução no tempo de instalação, o que implica em menores custos com mão de obra. O presente artigo também fornece uma análise das vantagens e desvantagens de cada sistema, auxiliando na escolha mais adequada para projetos de grande porte, onde o tempo e a eficiência são fatores determinantes.

**Palavras-chave:** Instalações hidráulicas, Policloreto de vinila, Polietileno reticulado.

### Introdução

A escolha do sistema de tubulação em projetos hidráulicos na construção civil é uma decisão crucial, influenciando não apenas o custo, mas também a eficiência operacional e a qualidade final da obra. Nesse contexto, os tubos de polietileno reticulado (PEX) e policloreto de vinila (PVC) são dois dos materiais mais utilizados para instalações de água, cada um com suas características únicas que influenciam seu desempenho em diferentes aspectos, podendo impactar na viabilidade do projeto. O PVC, amplamente conhecido por seu baixo custo e facilidade de instalação, é uma escolha popular para sistemas de água fria, mas enfrenta limitações quando se trata de aplicações que exigem resistência a altas temperaturas. O PEX, uma alternativa mais recente tem sido amplamente utilizada em edifícios devido às suas diversas vantagens, destacando-se pela flexibilidade e rapidez na instalação, permitindo configurações mais eficientes e menos propensas a vazamentos, é um tipo de tubulação feita

de polietileno reticulado com alta resistência e flexibilidade. Além disso, é uma opção que pode ser utilizada em sistemas de água quente, fria e gás, tornando-se uma alternativa viável para substituir sistemas de tubulações tradicionais feitos de cobre ou PVC.

Além das tubulações de PEX e PVC, tubos de diferentes materiais também são utilizados em instalações hidráulicas prediais, como por exemplo, Polipropileno Copolímero Randon (PPR), o Cobre, o Aço Galvanizado, e o Cloreto de Polivinila Clorado (CPVC).

O presente artigo tem por objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica do sistema PEX quando comparado às tubulações de PVC. Foram considerados aspectos como custo dos materiais, mão de obra necessária para a instalação e características técnicas que afetam o seu desempenho em instalações hidráulicas de edificações.

Para se avaliar técnica e economicamente os sistemas PEX e PVC, faz-se necessário conhecer as suas origens, características e aplicações específicas. A análise desses materiais, que se destacam pela versatilidade e eficiência nas instalações hidráulicas, permite uma comparação detalhada entre eles, que é de suma importância para a escolha do material mais adequado em cada cenário.

### *PEX - Contexto histórico*

O PEX é uma tubulação de polietileno reticulado, cuja reticulação é um processo que transforma um tubo de polietileno de alta densidade (HDPE) em PEX e consiste na eliminação do hidrogênio do sistema fazendo com que as novas ligações espaciais formadas apenas por carbono gerem ao novo produto suas principais qualidades, como flexibilidade, alta resistência e memória térmica (TECHNE, 2010 apud. BRANDÃO, 2012).

Embora tenha sido criado nos anos 60, o PEX começou a ser amplamente utilizado apenas na década de 90. No Brasil, sua aceitação em instalações hidráulicas ocorreu em 2011, com a publicação da norma NBR 15939, que regulamenta o uso do PEX em sistemas de tubulações plásticas para água quente e fria (REVISTA FT, 2023).

### *Tipologia*

Os tubos PEX são divididos em duas categorias principais: monocamada e multicamadas, cada uma com características específicas que atendem às diferentes necessidades da construção civil. A primeira geração de tubos PEX monocamada foi desenvolvida na década de 1960, inicialmente na Europa e na década de 1980 surgiram novas gerações. Existem três principais métodos de fabricação, que segundo IFAN, (2023) são:

- PEX-A (Método Engel ou peróxido): Utiliza o método Engel, através de peróxido em um processo de reticulação do polietileno que ocorre por meio da combinação de pressão e alta temperatura.
- PEX-B (Método Silano): Enxerta uma molécula de silano reativa na estrutura do polietileno, sendo o tubo produzido com a mistura dessa substância e um catalisador. A reticulação final ocorre após a extrusão, quando o tubo é submetido a vapor ou água quente.

➤ **PEX-C (Irradiação Eletrônica):** Usa radiação de alta energia para promover a reticulação em polietileno de alta densidade (HDPE). Após a extrusão, o tubo é exposto a radiação controlada, o que cria ligações entre as cadeias poliméricas.

Na Tabela 1 serão mostradas as principais aplicações para cada tipo de PEX:

**Tabela 1** – Aplicações dos tipos de PEX

TIPO	APLICAÇÕES COMUNS
PEX-A	Instalações hidráulicas de água quente/fria, aquecimento radiante, espaços confinados
PEX-B	Instalações hidráulicas de água quente/fria, refrigeração
PEX-C	Sistemas não potáveis, derretimento de neve, instalações temporárias

Fonte: Próprio autor.

Independentemente do método de fabricação, todos os três tipos têm um desempenho similar, atendendo às normas que certificam sua qualidade e adequação para aplicações específicas. As certificações estão impressas diretamente nos tubos para garantir seu uso correto conforme as especificações técnicas.

Já o PEX multicamadas é utilizado especificamente para instalações de gás que combina diferentes materiais para melhorar ainda mais as propriedades do sistema. Eles são compostos por cinco camadas: uma interna de polietileno reticulado, uma camada interna de alumínio, duas camadas adesivas que unem as partes e uma camada externa de PEAD, como demonstra a Figura 1 (CATÁLOGO TIGRE, 2021).



**Figura 1** – Tubo PEX multicamadas em bobinas (Fonte: Adaptado - Multiseg, 2021).

### Comercialização

Os tubos de PEX são comercializados em bobinas de 50 e 100m (CATÁLOGO TIGRE, 2021), como mostra a Figura 2, que é um ponto positivo quando se trata do quesito

transporte, pois são leves e ocupam pouco espaço, possibilitando o transporte de uma maior quantidade de material. Os diâmetros comerciais disponíveis incluem:

- 16 mm;
- 20 mm;
- 25 mm;
- 32 mm.



**Figura 2** – Tubo PEX monocamada em bobinas (Fonte: Ritai Pipe, 2024).

### *Instalação*

A instalação de tubulações PEX exige, além de mão de obra executada, o uso de ferramentas específicas, como alicate de crimpagem e cortadores adequados, conforme ilustrado na Figura 3. Essas ferramentas são indispensáveis para garantir a integridade das conexões e a eficiência do sistema hidráulico (THORUS, 2017).

O processo de instalação do sistema PEX segue os seguintes passos, (TIGRE, 2021):

- Passo 1: Colocam-se os anéis de crimpagem correspondentes ao diâmetro do tubo a ser utilizado com o auxílio da chave em L.
- Passo 2: Caso necessário, corta-se o tubo na medida necessária para conectá-lo à conexão.
- Passo 3: Insira dentro do tubo o calibrador/chanfrador até o limite da ferramenta e gire no sentido horário para fazer o chanfro no interior do tubo.
- Passo 4: O chanfro feito pelo calibrador/chanfrador facilitará a entrada do tubo na conexão.
- Passo 5: Insira o tubo na conexão até que o tubo apareça no espião (furo de checagem).
- Passo 6: Utilize o alicate crimpador para fazer a crimpagem da conexão no tubo, fixando-a assim definitivamente. O alicate deve ser totalmente fechado a fim de garantir a estanqueidade.

A Figura 3 abaixo ilustra todos os passos mencionados no processo de instalação:

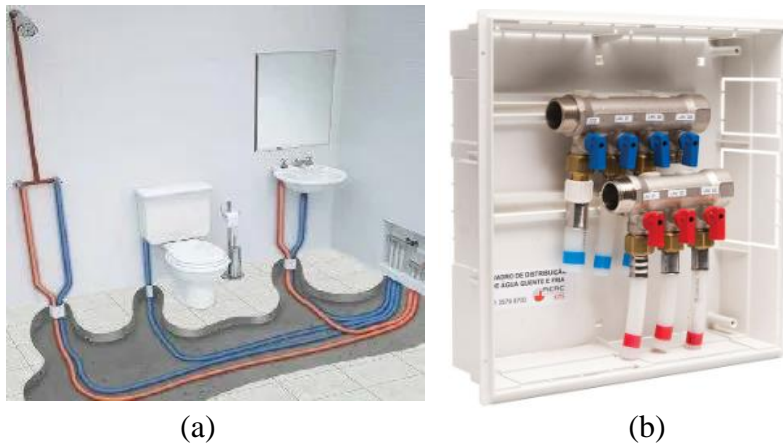


**Figura 3** – Etapas de instalação do PEX (Fonte: Adaptado - Catálogo Tigre, 2021).

E existem duas maneiras principais de implementar esse sistema (NAKAMURA, 2003):

*Manifold*: são utilizados em obras que optam pela instalação ponto a ponto para a distribuição de água quente e fria de forma individualizada em cada unidade predial, conforme o projeto da Figura 4a, pois ele centraliza os comandos de abertura e fechamento de água nos ambientes, podendo ser aplicado em paredes de drywall e em alvenaria convencional.

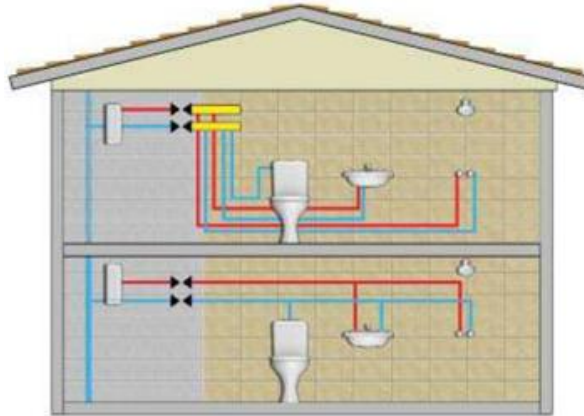
O tubo de polietileno reticulado é colocado dentro de um tubo condutor (tubo bainha) que o leva da caixa de distribuição, como mostra a Figura 4b, até os pontos de consumo sem a utilização de conexões, o que contribui para a diminuição na incidência de vazamentos.



**Figura 4** (a): Instalação de PEX por manifold (Fonte: Catálogo Tigre, 2010), **Figura 4** (b): Caixa de manifold para PEX (Fonte: Smartpods, 2024)

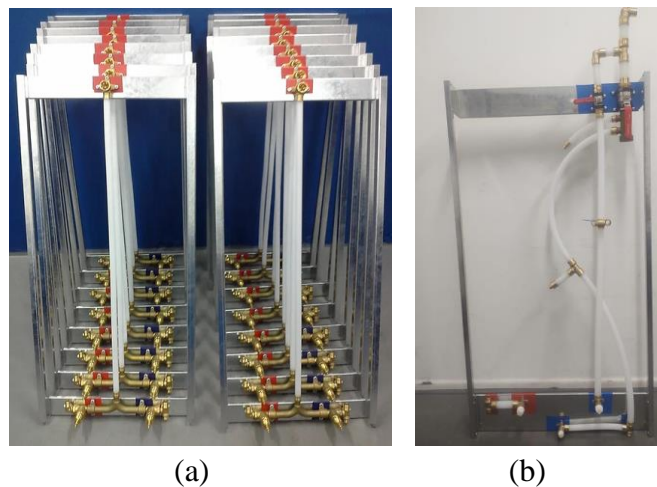
*Derivação*: nesse tipo de instalação pode ser utilizado com ramais, sub-ramais e suas conexões, se assemelhando às tubulações de PVC. Em comparação ao sistema manifold, essa opção utiliza mais conexões, perdendo uma principal vantagem do PEX, que é a redução do número de conexões.

A Figura 5 ilustra as diferenças entre os tipos de instalações mencionados acima:



**Figura 5** – Sistemas de instalação manifold e derivação do PEX (Fonte: Catálogo Tigre, 2010).

Além disso, o sistema PEX pode ser usado de forma convencional como citado acima ou compondo kits hidráulicos pré-montados, abreviando ainda mais o tempo de instalação e a demanda por mão de obra. A instalação em kits de forma convencional é uma tendência comumente empregada pelas construtoras preocupadas em atender aos cronogramas e em reduzir a quantidade de itens a gerenciar. (NAKAMURA, 2019), como demonstram as figuras abaixo, Figura 6a (kits de chuveiro) e Figura 6b (kit de área de serviço).



**Figura 6** – Kits pré-montados de PEX (Fonte: Inovare Montagens, 2017).

### *Pressão de serviço*

A pressão máxima de serviço para tubulações PEX é um parâmetro importante para garantir a segurança e o bom desempenho do sistema hidráulico. As pressões máximas que o PEX pode suportar variam conforme a temperatura do fluido transportado: até 80 metros de coluna d'água (m.c.a.) a 20°C e reduzida a 50 m.c.a. a 60°C (CATÁLOGO TIGRE, 2021).

### *Normas aplicáveis*

Essas normas garantem que as instalações feitas com tubos PEX atendam aos padrões de segurança, eficiência e durabilidade exigidas na construção civil. A adoção das diretrizes

contidas nessas publicações é essencial para a execução correta dos projetos hidráulicos, minimizando riscos como vazamentos e falhas estruturais.

ABNT NBR 15939:2023 - Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria — Polietileno reticulado (PE-X): esta norma estabelece os requisitos para o uso de tubos PEX em sistemas prediais, incluindo aspectos gerais dos produtos, procedimentos de projeto e diretrizes para instalação, transporte e relacionados. É a norma central que regulamenta o uso do PEX no Brasil.

ABNT NBR 5626:2020 - Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção: embora não seja exclusivamente do PEX, esta norma é importante para as instalações hidráulicas em geral, abordando diretrizes que podem ser aplicadas em conjunto com sistemas que utilizam tubos PEX.

ABNT NBR 5648:2018 - Tubos e Conexões de PVC-U com Junta Soldável para Sistemas Prediais de Água Fria: assim como a NBR 5626, esta norma não é específica para PEX, mas é relevante para comparações e integrações em sistemas hidráulicos onde diferentes tipos de tubulações são utilizados.

### *PVC - Contexto histórico*

A história do PVC remonta ao início do século XIX. A primeira síntese do cloreto de vinila foi realizada por Justus Von Liebig em 1835. No entanto, a produção industrial do PVC só começou em 1912, quando Fritz Klatte descobriu um método viável para sua fabricação. O PVC ganhou destaque na década de 1920 nos Estados Unidos e começou a ser utilizado no Brasil em 1954. (NUNES, 2002).

Desde então, o PVC se tornou um material amplamente utilizado na construção civil, especialmente para sistemas de encanamento de água fria. Na década de 1980, o PVC também começou a ser utilizado em sistemas de aquecimento com o CPVC. Sua resistência à corrosão, facilidade de instalação e baixo custo contribuíram para sua popularidade em aplicações hidráulicas (REVISTA FT, 2023).

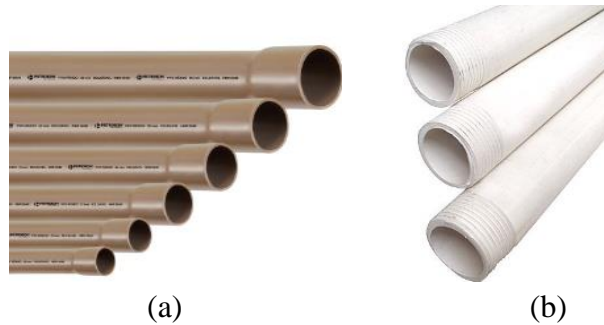
### *Tipologia*

Os tubos de PVC (policloreto de vinila) e CPVC (cloreto de polivinila clorado) são amplamente utilizados na construção civil, cada um com características específicas que os tornam adequados para diferentes aplicações.

Tubo PVC Convencional: são conhecidos por sua resistência à corrosão, leveza e facilidade de instalação. Eles são frequentemente utilizados em sistemas de drenagem, esgoto e condução de água fria. Além disso, os tubos de PVC têm uma boa resistência química, o que os torna ideais para aplicações em ambientes agressivos. Eles são subdivididos em duas categorias, conforme Majestic, (2023):

Soldável: são unidos permanentemente através de um processo de soldagem química (Figura 7a). Essa técnica envolve a aplicação de um solvente que dissolve a superfície do tubo, permitindo que as partes se fundam ao secar. A utilização mais adequada é no interior das paredes, onde é capaz de suportar eficientemente a pressão da água, o que o torna bastante comum em apartamentos.

Roscável: são conectados por meio de roscas (Figura 7b), permitindo uma instalação mais flexível e desmontagem fácil, é utilizado em situações em que a mobilidade ou a alteração da configuração do sistema são necessárias. É mais apropriado para aplicações de hidráulica externa e em áreas expostas às intempéries, pois seus tubos possuem uma rigidez maior.



**Figura 7 (a):** Tubo de PVC soldável (Fonte: Gold Casa. 2024), **Figura 7 (b):** Tubo de PVC roscável (Fonte: Majestic, 2023)

Tubo CPVC: é uma variante do tubo PVC, ilustrado na Figura 8, que possui uma maior resistência a temperaturas elevadas, permitindo seu uso em sistemas de água quente. O CPVC é tratado quimicamente para suportar temperaturas de até 93°C, tornando-o ideal para aplicações em aquecimento e água quente sanitária. Além disso, o CPVC também oferece boa resistência química, mas deve ser utilizado com cuidado em ambientes onde solventes orgânicos estão presentes (POTENZA, 2023).



**Figura 8** – Tubo de CPVC ou Aquaterm (Fonte: Construmarques, 2024).

### *Comercialização*

Os tubos de PVC são comercializados em barras de 6m o que dificulta quando o assunto é transporte, pois ocupa mais espaço e conseqüentemente grandes volumes de material demandam mais viagens ou um veículo maior. Diâmetros comerciais que vão de 20mm a 110mm e variam conforme a necessidade do projeto e as especificações técnicas para a instalação.

### *Instalação*

De acordo com a ficha técnica da Tigre (2024), os procedimentos para a montagem e execução de uma rede de tubulações de PVC são:

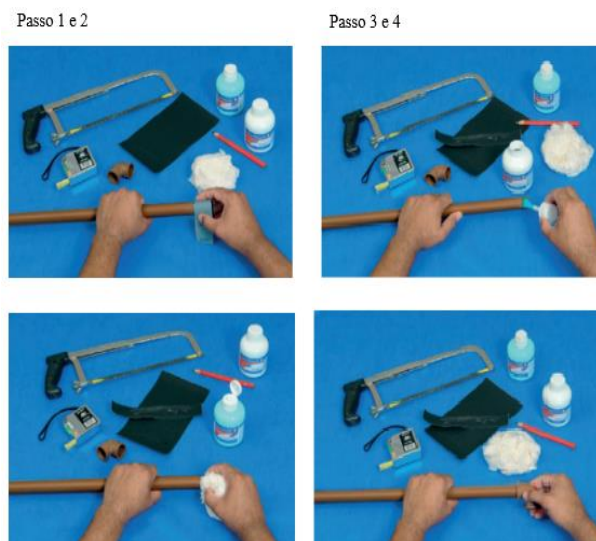
Passo 1: Corte o tubo em esquadro e lixe as superfícies a serem soldadas. Certifique-se de que o encaixe seja bem ajustado, a ponto de ser quase inviável sem o uso de adesivo, pois sem pressão não ocorre a soldagem adequada.

Passo 2: Limpe as superfícies lixadas com uma solução limpadora para remover impurezas e resíduos de gordura.

Passo 3: Aplique o adesivo de forma uniforme, usando um pincel ou o bico da própria bisnaga, nas bolsas e nas extremidades a serem soldadas, evitando excessos.

Passo 4: Encaixe de uma só vez as extremidades a serem soldadas, aplicando um leve movimento de rotação de 1/4 de volta entre as peças até que atinjam a posição final. Remova o excesso de adesivo e aguarde 1 hora antes de encher a tubulação com água e 12 horas para realizar o teste de pressão.

A Figura 9 demonstra o passo a passo mencionados no processo de instalação:



**Figura 9** – Etapas de instalação do PVC (Fonte: Adaptado - Catálogo Tigre, 2010).

### *Pressão de serviço*

A pressão máxima de serviço nas tubulações de PVC é um fator essencial para garantir tanto a segurança quanto a eficiência das instalações. A pressão máxima de serviço para tubulações de PVC é geralmente de 75 m.c.a. (metros de coluna d'água) em condições normais, conforme as especificações da NBR 5648. Já o CPVC é uma variante do tubo de PVC que suporta temperaturas mais altas, sendo capaz de operar a até 80°C com uma pressão máxima de 60 m.c.a. (CATÁLOGO TIGRE, 2021).

### *Normas aplicáveis*

As normas técnicas brasileiras regulam a fabricação e utilização de tubos de PVC e CPVC, garantindo sua qualidade e segurança. Algumas das principais normas incluem:

ABNT NBR 5626:2020 - Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção: esta norma é importante para as instalações hidráulicas em geral.

ABNT NBR 8219:2017 - Tubos e conexões de PVC e CPVC: Estabelece requisitos e métodos de ensaio para o controle de qualidade dos tubos e conexões de PVC e CPVC.

ABNT NBR 15750:2023 – Tubulações de PVC-O (cloreto de polivinila não plastificado orientado): especifica os requisitos para sistemas de tubulações de PVC-O, orientados para transporte de água ou esgoto sob pressão

## **Materiais e Métodos**

Visando comparar a viabilidade técnica e econômica entre os sistemas de instalações hidráulicas prediais de água fria e água quente, inicialmente procedeu-se o levantamento bibliográfico a respeito do tema, buscando levantar as características e propriedades dos materiais, aplicações e procedimentos de instalações através de comparações e análises de estudos de casos obtidos em artigos científicos publicados em periódicos e congressos pertinentes.

Tanto o PEX quanto o PVC possuem suas características específicas. A seguir são elencados os principais pontos positivos e negativos de cada material, conforme Tabelas 2 e 3, considerando fatores como durabilidade, resistência, custo, facilidade de instalação e adequação para diferentes aplicações. Essa análise permite se ter uma visão comparativa que pode auxiliar na escolha do material mais adequado conforme a necessidade de cada projeto.

**Tabela 2 – Vantagens x Desvantagens do PEX.**

<b>Tubos PEX</b>	
<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
Flexibilidade: Os tubos PEX são altamente flexíveis, permitindo curvas e adaptações sem necessidade de conexões, o que facilita a instalação em espaços apertados;	Instalação: Apesar de fácil instalação, requer mão de obra especializada pois necessita de ferramentas e conexões específicas;
Resistência à Corrosão: O PEX não sofre corrosão nem acúmulo de depósitos minerais, o que aumenta sua durabilidade e eficiência;	Custo Inicial Mais Alto: O preço do tubo PEX pode ser maior do que o do PVC, o que pode ser uma consideração importante em projetos com orçamento limitado;
Resistência a Altas Temperaturas: É adequado para água fria e quente e pode suportar temperaturas até 95°C;	Sensibilidade à Luz UV: O PEX não deve ser exposto à luz solar direta por longos períodos, pois isso pode degradar o material;
Custo-Benefício: o PEX pode resultar em economia devido à redução no tempo de instalação e mão de obra, apesar do custo inicial ser mais elevado	Requisitos Especiais para Conexões: A instalação requer ferramentas específicas para fazer as configurações adequadas;
Instalação: Pode ser usado de forma convencional ou compondo kits hidráulicos pré-montados, abreviando ainda mais o tempo de instalação e a demanda por mão de obra	Comercialização: ainda não é viável para grandes diâmetros, visto que só possui tubulações até 32mm.

Fonte: Adaptado – Nakamura, (2019)



**Tabela 3 – Vantagens x Desvantagens do PVC.**

Tubos PVC	
Vantagens	Desvantagens
Custo Acessível: Os tubos de PVC são mais baratos em comparação com materiais como cobre ou aço, tornando-os uma escolha popular;	Limitações em Altas Temperaturas: Não são adequadas para aplicações que envolvem água quente, pois suportam temperaturas até 60°C;
Instalação: Por ser um material mais popular, sua instalação não requer uma mão de obra especializada;	Dificuldade no transporte: devido a ser comercializado em barras de 3 e 6 metros;
Diâmetros comercializados: possui tubulações até 110mm.	Fragilidade: não é resistente à grandes impactos.

Fonte: Adaptado – Sanowax, (2021)

### Estudos de caso A

Para tanto, são apresentados estudos de caso em edificações reais, onde os dois tipos de tubulações foram aplicados, buscando identificar as vantagens e limitações de cada material em contextos variados. Essa análise permite avaliar qual sistema se mostra mais eficiente e adequado em diferentes situações, contribuindo para o desenvolvimento de soluções técnicas mais assertivas.

Segundo Possamai, (2012) em seu estudo realizado com base em um projeto de um edifício de três pavimentos, sendo dois pavimentos com seis apartamentos por andar e um pavimento térreo destinado à garagem, foram levantados os quantitativos dos materiais necessários para alimentar os sub-ramais de água quente e fria dos banheiros, cozinhas, áreas de serviço e varanda, utilizando tanto a instalação do sistema PEX quanto o sistema tradicional de PVC. Os custos levantados por Possamai no ano de 2012 foram os seguintes: R\$264,02 para a instalação com PVC e R\$603,32 para a instalação com PEX. Conforme as Tabelas 4 e 5 demonstradas abaixo:

**Tabela 4 - Custo material do tubo de PEX.**

Material	Unidade	Quant.	Preço und.	Preço Total
Tubo de PEX ø 25 mm	m	40	R\$ 4,99	R\$ 199,60
Joelho PEX prensar ø 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: (POSSAMAI, 2012)

**Tabela 5 - Custo material do tubo de PVC.**

Material	Unidade	Quant.	Preço und.	Preço Total
Tubo de PVC soldável ø 25 mm	m	40	R\$ 1,21	R\$ 48,40
Joelho PVC soldável 90° ø 25 mm	und	28	R\$ 0,15	R\$ 4,20
Tê PVC soldável ø 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: (POSSAMAI, 2012)

Para este empreendimento, o uso do PVC resultou em uma economia de 56,24% em comparação com o PEX. Também foi destacada a disponibilidade desses materiais no mercado, por meio de levantamento de orçamentos em 58 lojas de materiais de construção, esta pesquisa revelou que todas as lojas ofereciam materiais hidráulicos em PVC, enquanto apenas uma delas comercializava materiais em PEX. Esse levantamento evidenciou a predominância do PVC no mercado, em comparação com a oferta mais limitada de tubos e conexões em PEX. Essa diferença ressalta a maior facilidade de acesso ao PVC, amplamente disponível, enquanto o PEX ainda enfrentava limitações de distribuição. Além disso, o estudo incluiu entrevistas com profissionais e clientes, revelando que a maioria está familiarizada apenas com o PVC, enquanto o PEX ainda era pouco conhecido no mercado.

### *Estudos de caso B*

Já o trabalho realizado por Anselmo, (2023), um edifício residencial com oito pavimentos, localizado em Joinville/SC, com a análise do desempenho dos sistemas hidráulicos em PVC e PEX nos ramais e sub-ramais dos apartamentos, conforme a Figura 10, replicando os resultados para unidades com a mesma configuração.



**Figura 10** – Planta pavimento tipo (Fonte: ANSELMO, 2023).

O dimensionamento foi feito pelo método de Hunter, calculando variáveis como vazão, diâmetro, velocidade e perda de carga conforme a NBR 5626. A perda de carga total foi determinada considerando o comprimento real dos tubos e o impacto das conexões e curvaturas, sendo o fator K utilizado para o PEX, conforme a Tabela 6.

**Tabela 6 – Perda de carga total PVC x PEX**

Tipo	Peça de Utilização	PVC		PEX	
		<i>L<sub>equiv.</sub></i> conex. (m)	Perda de carga total (m)	<i>L<sub>equiv.</sub></i> conex. + Curvatura (m)	Perda de carga total (m)
5	Pia cozinha	5	1,5	0,37	14,1
5	Tanque	6,6	3,4	0,37	11,8
5	Lavadora Roupa	3	1,0	0,37	16,9
5	Lavatório suíte	6,6	1,6	0,37	7,5
5	Bacia sanitária caixa acoplada suíte	4,6	0,7	0,37	7,7
5	Chuveiro elétrico suíte	11,2	0,4	0,38	3,6
5	Lavatório	6,6	1,6	0,37	5,5
5	Bacia sanitária caixa acoplada	4,6	0,7	0,37	8,0
5	Chuveiro elétrico	11,2	0,4	0,38	3,8
5	Pia sacada	3,2	1,0	0,37	13,4
6	Lavatório	6,6	1,6	0,37	33,6
6	Bacia sanitária caixa acoplada	4,6	0,5	0,37	37,8
6	Chuveiro elétrico	19,5	0,8	0,38	23,1
6	Lavatório suíte	5,1	1,4	0,37	32,4
6	Bacia sanitária caixa acoplada suíte	4,6	0,6	0,37	36,9
6	Chuveiro elétrico suíte	18,0	0,7	0,38	22,8
6	Pia cozinha	8,1	2,1	0,37	29,0
6	Tanque	8,1	4,0	0,37	26,8
6	Lavadora Roupa	3,0	1,0	0,37	26,3

Fonte: (Adaptado - ANSELMO, 2023).

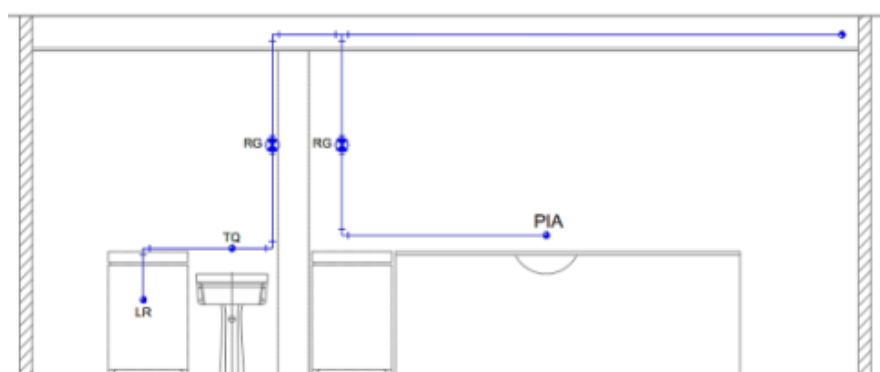
O cálculo de pressão a jusante também foi realizado, como demonstra a Tabela 7.

**Tabela 7 – Pressão à jusante**

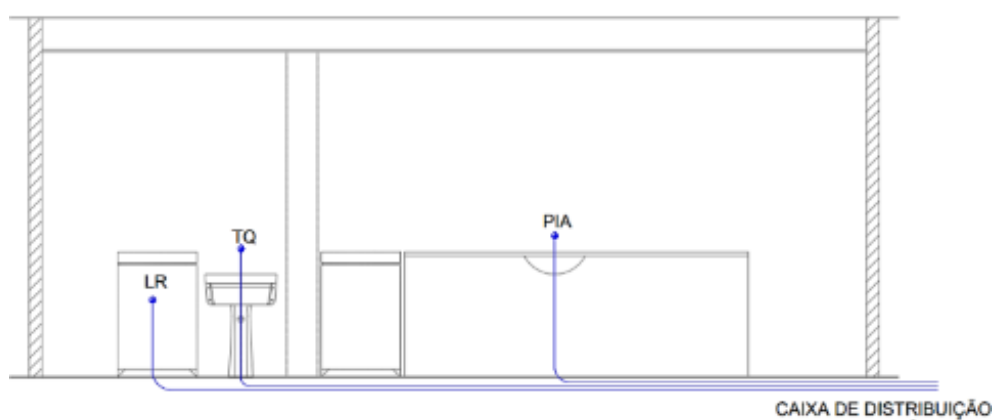
Tipo	Peça de utilização	PVC	PEX
		Pressão (kPa)	Pressão (kPa)
5	Pia cozinha	32,1	21,3
5	Tanque	30,9	24,6
5	Lavadora Roupa	33,9	23,5
5	Lavatório suíte	33,4	30,4
5	Bacia sanitária caixa acoplada suíte	39,2	34,8
5	Chuveiro elétrico suíte	26,3	21,9
5	Lavatório	33,4	32,4
5	Bacia sanitária caixa acoplada	39,3	34,4
5	Chuveiro elétrico	26,3	21,6
5	Pia sacada	32,5	22,0
6	Lavatório	36,3	33,6
6	Bacia sanitária caixa acoplada	40,3	37,8
6	Chuveiro elétrico	20,0	23,1
6	Lavatório suíte	36,1	32,4
6	Bacia sanitária caixa acoplada suíte	39,9	36,9
6	Chuveiro elétrico suíte	26,8	22,8
6	Pia cozinha	32,6	29,0
6	Tanque	31,4	26,8
6	Lavadora Roupa	34,4	26,3

Fonte: (Adaptado - ANSELMO, 2023).

A comparação entre os sistemas utilizados para o trabalho de Anselmo, (2023) é apresentada nas Figuras 11 e 12.



**Figura 11** – Projeto de instalação em PVC (Fonte: ANSELMO, 2023).



**Figura 12** – Projeto de instalação em PEX (Fonte: ANSELMO, 2023).

Para o orçamento, os custos de mão de obra seguiram a tabela SINAPI de março de 2023, enquanto os materiais foram cotados em lojas locais em abril de 2023. Nos resultados, o diâmetro dos ramais de PVC variou entre 25mm e 50mm, enquanto o PEX, devido à distribuição individual, adotou um diâmetro padrão de 16mm, atendendo cada ponto de consumo com menos conexões e perda de carga localizada.

A comparação econômica mostrou que o PEX resultou em um custo de materiais 9,19% superior ao PVC, como demonstra a Tabela 8. No entanto, o tempo de instalação do PEX foi 54% menor, conforme Tabela 9, reduzindo o custo de mão de obra em 49,60%. Assim, a soma de material e mão de obra para a instalação total em PEX teve um custo de R\$56.949,80, enquanto em PVC foi de R\$70.999,77, resultando em uma economia de 19,79% a favor do PEX.

**Tabela 8** – Custo de materiais PVC x PEX

Apartamento		PVC (R\$)		PEX (R\$)	
		Total/pavimento	Total Pavimentos (x5)	Total/pavimento	Total Pavimentos (x5)
Tipo	1-2-4-5	5.224,68	23.123,40	5.645,28	28.226,40
Tipo	3-6	2.068,00	10.342,00	2.318,38	11.591,90
<b>Total (R\$)</b>			36.464,40		39.818,30

Fonte: (ANSELMO, 2023).



**Tabela 9 – Horas totais para a instalação PVC x PEX**

Apto. Tipo	Cenário	Total/Pav. (horas)	Total Pav. (x5) (horas)
1-2-4-5	PVC	92,55	462,77
3-6	PVC	37,15	185,76
1-2-4-5	PEX	50,35	251,76
3-6	PEX	19,29	96,45

Fonte: (ANSELMO, 2023).

**Tabela 10 – Custo total de mão de obra PVC x PEX**

Apartamento		PVC (R\$)		PEX (R\$)	
		Total/pavimento	Total Pavimentos (x5)	Total/pavimento	Total Pavimentos (x5)
Tipo	1-2-4-5	4.928,50	24.642,52	2.469,35	12.346,75
Tipo	3-6	1.978,37	9.891,85	956,95	4.784,75
<b>Total (R\$)</b>			34.534,37		17.131,50

Fonte: (ANSELMO, 2023).

## Resultados e Discussão

Em comparação ao estudo de caso A apresentado anteriormente, serão levantados os custos de materiais atualizados com base na tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de 2024, aplicando o mesmo quantitativo para comparar a variação de valores ao longo dos anos. A seguir, são apresentadas as Tabelas 11 e 12:

**Tabela 11 - Custo material do tubo de PEX**

Material	Unidade	Quant.	Preço Und.	Preço Total
Tubo de PEX ø 25 mm	m	40	R\$ 8,77	R\$ 350,80
Joelho PEX prensar ø 25 mm	und	10	R\$ 21,41	R\$ 214,10
Distribuidor com 3 saídas	und	5	R\$ 27,18	R\$ 135,90
Registro de Pressão 3/4"	und	3	R\$ 20,25	R\$ 60,75
<b>Total:</b>				<b>RS 761,55</b>

Fonte: Próprio autor

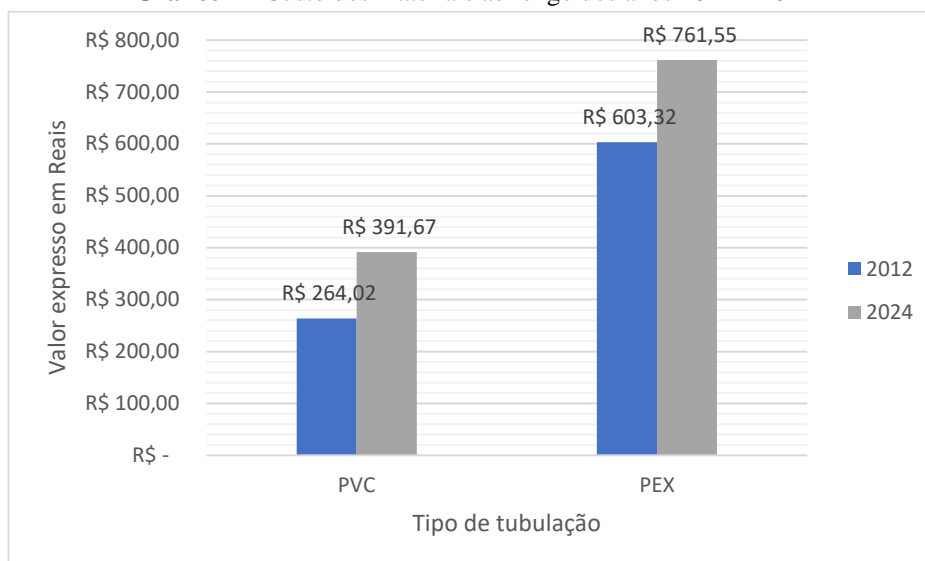
**Tabela 12 - Custo material do tubo de PVC**

Material	Unidade	Quant.	Preço Und.	Preço Total
Tubo de PVC soldável ø 25 mm	m	40	R\$ 3,46	R\$ 138,40
Joelho PVC soldável 90° ø 25 mm	und	28	R\$ 0,60	R\$ 16,80
Tê PVC soldável ø 25 mm	und	10	R\$ 1,00	R\$ 10,00
Registro de Pressão 3/4"	und	3	R\$ 20,25	R\$ 60,75
Registro de Gaveta 3/4"	und	6	R\$ 27,62	R\$ 165,72
<b>Total:</b>				<b>RS 391,67</b>

Fonte: Próprio autor

Com base nos dados atualizados, constatou-se que o PVC ainda oferece uma economia de 51% em comparação ao PEX. E ao analisar o intervalo de 12 anos entre os dois levantamentos realizados, os preços dos materiais sofreram aumentos significativos. Nesse período, o custo do PVC aumentou 67%, enquanto o do PEX teve um acréscimo de 79%, conforme demonstra o Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Custo dos materiais ao longo dos anos 2012 x 2024**



Fonte: Próprio autor

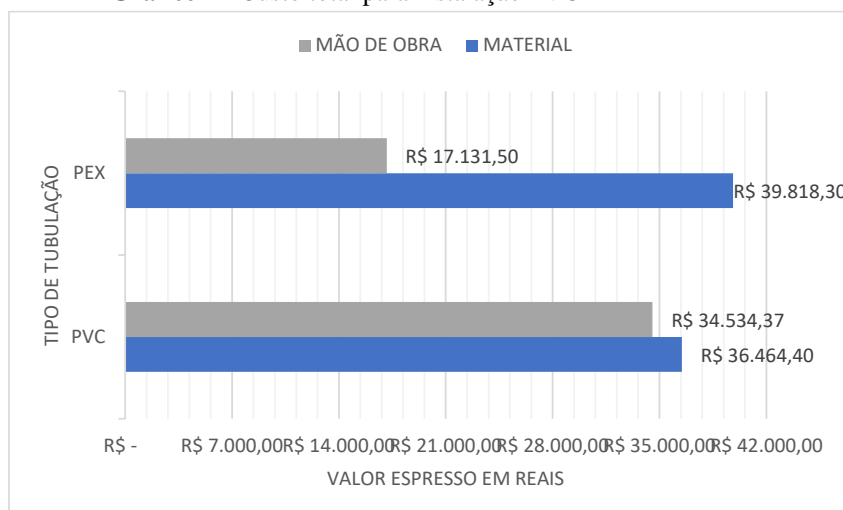
Ao longo desses anos, também é possível sugerir que a introdução do PEX no mercado, combinada com o aumento do investimento das construtoras na implementação desse sistema em suas obras e com o surgimento de diversos fabricantes de tubos PEX, contribuiu para as construções e crescente expansão desse material no mercado atual.

Com base nos dados do Estudo do Caso B, conforme Figuras 11 e 12 ilustram uma comparação entre os sistemas. O que mais distingue o sistema PEX é sua flexibilidade combinada com a distribuição individualizada, características que reduzem significativamente o número de conexões e minimizam a perda de carga localizada. Contudo, a perda de carga total no sistema PEX acaba sendo maior, pois os trechos possuem uma maior extensão, como demonstra a Tabela 6.

Quanto à pressão à jusante, o fluxo ascendente tende a reduzir a pressão, enquanto o fluxo descendente provoca um aumento. No projeto desenvolvido, a tubulação de PVC é instalada no teto, resultando em sub-ramais com fluxo descendente. Por outro lado, as tubulações em PEX são instaladas no piso, o que faz com que todos os sub-ramais apresentem fluxo ascendente. Essa configuração contribui para que a pressão à jusante na rede de PVC seja na maioria das peças seja maior do que na rede de PEX, conforme Tabela 7.

Conforme os custos apresentados nas Tabelas 8 a 10, embora a instalação com o sistema PEX exija um investimento inicial mais elevado devido ao custo dos materiais, esse valor é compensado pela redução significativa no tempo de instalação, como mostra o Gráfico 2. Essa eficiência torna o custo-benefício do sistema PEX mais vantajoso, proporcionando uma economia de 19,79%.

**Gráfico 2 - Custo total para instalação PVC x PEX**



Fonte: Próprio autor

## Conclusão

O uso de tubulações PEX em instalações hidráulicas tem se tornado cada vez mais comum devido à sua flexibilidade e resistência. O PEX oferece diversas vantagens, como maior facilidade e rapidez na instalação, diminuição no número de conexões (o que minimiza o risco de vazamentos) e durabilidade superior em comparação a sistemas tradicionais. É utilizado em diferentes tipos de construções e é compatível tanto com água quente quanto fria. Além disso, a durabilidade do material e a facilidade de manutenção indicam que, embora o investimento inicial seja superior a outros tipos de tubulações, ele pode trazer benefícios a longo prazo.

Já o PVC é um material amplamente utilizado devido ao seu custo mais acessível, embora não apresente a mesma flexibilidade do PEX, ele é durável e resistente, o que o torna ideal para projetos com orçamentos mais limitados e sem a necessidade de adaptação a condições complexas de instalação. No entanto, o PVC requer mais conexões e, portanto, pode apresentar um risco maior de vazamentos em comparação ao PEX.

A escolha entre PEX e PVC dependerá das especificidades do projeto, considerando fatores como custo, tempo de obra, facilidade de instalação e manutenção. Ambos os materiais têm suas vantagens e aplicações específicas que podem ser aproveitadas conforme as necessidades da obra. Ao concluir o estudo e a análise comparativa, constatou-se que, apesar do alto custo inicial, o PEX apresenta vantagens em instalações hidráulicas de grande porte. Isso se deve à agilidade na execução proporcionada pela mão de obra e à economia resultante do uso em larga escala. Contudo, essas vantagens não se estendem a projetos menores, como reformas ou construções de pequeno porte, como casas, devido à ausência de repetitividade nas instalações, característica comum em edifícios.

## Agradecimentos

Neste momento gostaríamos de expressar nossa profunda gratidão a todos que

contribuíram para a realização deste projeto.

Primeiramente, agradeço a nossa orientadora, Cristina, pela orientação e apoio ao longo de todo o processo. Suas valiosas dicas e críticas construtivas foram essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço também aos professores e colegas do curso de Engenharia Civil, que compartilharam conhecimentos e experiências durante a jornada acadêmica. O aprendizado e as amizades construídas ao longo desses anos foram fundamentais para o nosso crescimento pessoal e profissional.

Um agradecimento especial às nossas famílias, que sempre acreditaram em nós e nos apoiaram em todos os momentos.

Por fim, agradecemos a todos que colaboraram, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

A todos, nosso sincero agradecimento!

### **Referências Bibliográficas**

ANSELMO, Mariana Silva; ONEDA, TÂNIA Mara Sebben, Nestor. **Aspectos Técnicos E Econômicos De Diferentes Tipos De Materiais Nos Sisteas Prediais Hidráulicos: Análise Comparativa Entre Pex E Pvc.** 2023. 9 f., Joinville

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 5626:2020; Instalação Predial de Água Fria**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 8219:2017; Tubos e conexões de PVC e CPVC.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT. NBR 15750:2023; Tubulações de PVC-O**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15939-1:2023 Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X) - Parte 1: Requisitos e métodos de ensaio.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15939-2:2023 Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X) – Parte 2: Procedimentos para projeto.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15939-3:2023 Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X) - Parte 3: Procedimentos para instalação.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5648:2018 Tubos e conexões de PVC - Especificações.** Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BRANDÃO, Rosana Gouveia. **Estudo de Viabilidade da Utilização de PVC, PEX E PPR em Empreendimentos Multifamiliares.** 2010. 77 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/7041>. Acesso em: 20 set. 2024.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE, 2013. **Linha ClicPEX**. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/catalogos-tecnicos?q=clicpex>. Acesso em: 22 set. 2024.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE, 2021. **Linha TIGREGÁS**. <https://www.tigre.com.br/catalogos-tecnicos/categoria/catalogos-tecnicos?q=g%C3%A1s>. Acesso em: 18 set. 2024.

CATÁLOGO TÉCNICO TIGRE, 2021. **Predial PEX TIGRE Monocamada | Multicamada**. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/catalogos-tecnicos?q=clicpex>. Acesso em: 10 set. 2024.

CONSTRUMARQUES. **Tubo CPVC**. Disponível em: <https://www.construmarques.com.br/busca?busca=tubo%20cpvc>. Acesso em: 22 set. 2024.

ENGETHINK, “**Tubos Multicamada para Gás: O Segredo para Instalações Mais Seguras e Eficientes**”. 2021. Disponível em: <https://www.engethink.com.br/blog/tubos-multicamada-para-gas-o-segredo-para-instalacoes-mais-seguras-e-eficientes>. Acesso em: 25 set. 2024

IFAN, “**Diferença entre o tubo PEX-A PEX-B PEX-C**”. 2021. Disponível em: <http://pt.ifanplumbing.com/info/difference-between-pex-a-pex-b-pex-c-pipe-60555360.html>. Acesso em: 19 set. 2024.

GOLD CASA. **PVC soldável**. Disponível em: <https://www.goldcasa.com.br/pvc-soldavel>. Acesso em: 22 set. 2024.

MAJESTIC, 2023. **Tubo Branco ou Marrom?** Disponível em: <https://majestic.com.br/tubo-brancooumarrom/#:~:text=O%20PVC%20sold%C3%A1vel%20ganha%20em,seus%20tubos%20s%C3%A3o%20mais%20r%C3%ADgidos>. Acesso em: 01 out. 2024.

MONTEIRO, F.; et al. **Estudo comparativo entre sistemas de distribuição predial utilizando tubos PVC, CPVC e PEX**. Trabalho apresentado no Simpósio Nacional de Sistemas Prediais – Joinville - SC, 2023.

MULTISEG. **Tubo PEX multicamadas para gás 16mm (3/8) metro**. Disponível em: <https://www.multiseg.com.br/3662/tubo-pex-multicamadas-para-gs-16mm-3-8-metro>. Acesso em: 22 set. 2024.

NAKAMURA, Juliana. **Duas maneiras de utilizar o PEX no sistema hidráulico: Tubulações flexíveis podem ser executadas com ou sem acessórios de derivação**. 2003. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/71/artigo285259-1>. Acesso em: 10 out. 2024.

NAKAMURA, Juliana. **PEX torna as instalações hidráulicas mais flexíveis**. 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/pex-instalacoes-hidraulicas/#:~:text=Pode%20ser%20usado%20de%20forma,quantidade%20de%20itens%20a%20gerenciar>. Acesso em: 10 out. 2024.

NUNES, L. R.; RODOLFO, A. Jr.; ORMANJI, W., **Tecnologia do PVC**. São Paulo: ProEditores / Braskem, 2002. Acesso em: 10 out. 2024.

POTENZA, 2023. **Entenda as diferenças entre tubos de PVC e CPVC**. Disponível em: <https://www.hidraulicapotenza.com.br/2023/04/11/cpvc-e-pvc/#>. Acesso em: 01 out. 2024.

POSSAMAI, Juliana Zanellato; BACK, Nestor. **Estudo comparativo entre diferentes tipos de tubulações nas redes de instalações hidráulicas prediais**. 2012. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2012f.

REVISTA FT, “**Viabilidade da instalação de tubulações PEX em edifícios**”. 2023. Disponível em: <https://revistaft.com.br/viabilidade-da-instalacao-de-tubulacoes-plex-em-edificios/>. Acesso em: 22 set. 2024.

RITAI PIPE. Tubo PEX para sistemas de encanamento 16-32mm. Disponível em: [https://pt.made-in-china.com/co\\_ritaipipe/product\\_Pex-Tube-for-Plumbing-Systems-16-32mm-Manufacturer-Direct-Sale-Price\\_uooesysoey.html](https://pt.made-in-china.com/co_ritaipipe/product_Pex-Tube-for-Plumbing-Systems-16-32mm-Manufacturer-Direct-Sale-Price_uooesysoey.html). Acesso em: 22 set. 2024.

SANOWAX, 2021. Disponível em: <https://www.sanowax.com/pt/news/advantages-and-disadvantages-of-pvc-pipe/>. Acesso em: 12 out. 2024.

THORUS ENGENHARIA, 2017. **Quando vale a pena utilizar o PEX?** Disponível em: <http://thorusengenharia.com.br/2017/05/25/quando-vale-pena-utilizar-o-plex/>. Acesso em: 24 set. 2024.

TIGRE S.A. Manual técnico Tigre: orientações técnicas sobre instalações hidráulicas prediais. 5.ed. Joinville: Tigre, 2010. Disponível em: <https://tigresite.s3.amazonaws.com/2021%2F10%2FManual-Tecnico-Tigre.pdf>. Acesso em: 22 set. 2024.