



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

FLÁVIO HENRIQUE DE SOUSA ARAÚJO
RODRIGO MEIRA LIMA BRANCO FERREIRA

OS TUBOS PEX PARA AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS NO BRASIL

Recife

2022

FLÁVIO HENRIQUE DE SOUSA ARAÚJO
RODRIGO MEIRA LIMA BRANCO FERREIRA

OS TUBOS PEX PARA AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil
da Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi.

Recife

2022

Catálogo na fonte:
Bibliotecária Sandra Maria Neri Santiago CRB-4 / 1267

- A663t Araújo, Flávio Henrique de Sousa.
Os tubos Pex para as instalações hidráulicas no Brasil / Flávio Henrique de Sousa Araújo ; Rodrigo Meira Lima Branco Ferreira. – 2022.
69 f. : il., figs., quads., tabs.
- Orientadora: Profa. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi.
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Recife, 2022.
Inclui referências.
1. Engenharia civil. 2. Instalações hidráulicas. 3. PVC. 4. CPVC. 5. PEX. 6. SINAPI. 7. Orçamento. I. Ferreira, Rodrigo Meira Lima Branco. II. Fittipaldi, Andrea Diniz (Orientadora). III. Título.
- UFPE
- 624 CDD (22. ed.) BCTG/2022-407

FLÁVIO HENRIQUE DE SOUSA ARAÚJO
RODRIGO MEIRA LIMA BRANCO FERREIRA

OS TUBOS PEX PARA AS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em: 31/05/2022.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Andrea Diniz Fittipaldi (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Roberto Gonçalves de Azevedo (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Antonio Nunes Barbosa Filho (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecemos a Deus pelo dom da vida e por ter nos proporcionado o caminho até aqui. A todos que contribuíram para a nossa formação, as nossas famílias por toda a dedicação, amor e paciência contribuindo diretamente em todos os momentos.

Agradecemos aos professores que estiveram dispostos a nos ajudar e contribuíram para um melhor aprendizado em especial a nossa professora orientadora Andrea Diniz Fittipaldi.

Por fim, agradecemos a todos aqueles que de alguma forma proporcionaram o desenvolvimento deste trabalho. Muito obrigado a todos!

RESUMO

A manipulação da água sempre foi de extrema importância para a humanidade, desde o início da civilização o ser humano evolui os métodos de utilizá-la. Com as mudanças dos modelos construtivos vários sistemas de instalação hidráulica foram amplamente disseminados e adotados ao redor do mundo. No Brasil contemporâneo, o PVC é o material mais utilizado para instalação hidráulica de água fria, devido ao seu baixo custo e durabilidade elevada, porém seu tempo de execução é relativamente longo. Juntamente com esse sistema, existe o similar utilizado para água quente, o CPVC, que possui grande durabilidade e facilidade de instalação, porém, assim como o PVC é necessário um longo tempo de execução. Para suprir a demanda de obras com prazo de execução reduzido, ganha força o sistema PEX, que tem por principal característica um prazo muito reduzido do tempo de obra. Para explorar mais esse sistema, o presente trabalho visa difundir conhecimento sobre PEX e assim comparando o modelo com os já consolidados no mercado, PVC e CPVC, através de dados de custos e produtividade obtidos através do SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. Com o estudo realizado, foram possíveis obter as quantificações monetárias e temporais para cada sistema em análise, sendo assim é visível que o método de instalação hidráulica em PEX é mais produtivo porém mais oneroso que os demais, tanto para água quente como para água fria. Para cada obra é importante ser realizado um estudo de viabilidade para descobrir se a produtividade do PEX será mais vantajosa que o seu custo.

Palavras-chave: instalações hidráulicas; PVC; CPVC; PEX; SINAPI; orçamento.

ABSTRACT

The manipulation of water has always been extremely important for humanity, since the beginning of civilization, human beings have evolved the methods of using it. With the changes in construction models, several hydraulic installation systems were widely disseminated and adopted around the world. In contemporary Brazil, PVC is the most used material for cold water hydraulic installation, due to its low cost and high durability, but its execution time is relatively long. Along with this system, there is a similar one used for hot water, CPVC, which has great durability and ease of installation, however, like PVC, a long execution time is required. To meet the demand for works with reduced execution time, the PEX system gains strength, whose main characteristic is a very short period of work time. To further explore this system, the present work aims to disseminate knowledge about PEX and thus comparing the model with those already consolidated in the market, PVC and CPVC, through cost and productivity data obtained through SINAPI - National System for Research on Costs and Indices of Civil Construction. With the study carried out, it was possible to obtain the monetary and temporal quantifications for each system under analysis, so it is visible that the method of hydraulic installation in PEX is more productive but more expensive than the others, both for hot and cold water. For each project, it is important to carry out a feasibility study to find out if the productivity of the PEX will be more advantageous than its cost.

Keywords: hydraulic installation; PVC; CPVC; PEX; SINAPI; budgeting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Agricultura na China.....	13
Figura 2 –	Esquematização de instalação hidráulica com sistema de distribuição direta.....	19
Figura 3 –	Esquematização de instalação hidráulica com sistema de distribuição indireta por gravidade ou também chamado de sem bombeamento.....	20
Figura 4 –	Esquematização de instalação hidráulica com sistema de distribuição indireta por bombeamento.....	21
Figura 5 –	Esquematização de instalação hidráulica com sistema de distribuição indireta hidropneumático.....	22
Figura 6 –	Esquematização de instalação hidráulica com sistema de distribuição mista.....	23
Figura 7 –	Tubulação PVC para utilização em instalações hidráulicas da empresa Amanco Wavin.....	25
Figura 8 –	Tubulação CPVC para utilização em instalações hidráulicas da empresa Amanco Wavin.....	26
Figura 9 –	Esquematização das camadas do tubo PEX	27
Figura 10 –	Ilustração da Flexibilidade do tubo PEX.....	28
Figura 11 –	Representação CAIXA e SINAPI.....	34
Figura 12 –	Representação IBGE.....	35
Figura 13 –	Cadernos técnicos SINAPI vigentes.....	36
Figura 14 –	Quantificação temporal da mão de obra no sistema PEX (água quente).....	39
Figura 15 –	Esquematização da escolha do item 96874 da tabela SINAPI.....	41
Figura 16 –	Esquematização da escolha dos itens 96805, 96806 e 96807 da tabela SINAPI.....	44
Figura 17 –	Esquematização da escolha do item 89356 da tabela SINAPI.....	47
Figura 18 –	Quantificação temporal da mão de obra no sistema PEX (água	

	fria).....	56
Figura 19 –	Quantificação temporal da mão de obra no sistema PVC.....	56
Figura 20 –	Quantificação monetária do sistema PEX (água fria).....	57
Figura 21 –	Quantificação monetária do sistema PVC.....	57
Figura 22 –	Comparativo de custo do sistema PEX (água fria).....	58
Figura 23 –	Comparativo de custo do sistema PVC.....	58
Figura 24 –	Quantificação temporal da mão de obra no sistema PEX (água quente).....	60
Figura 25 –	Quantificação temporal da mão de obra no sistema CPVC.....	60
Figura 26 –	Quantificação monetária do sistema PEX (água quente).....	61
Figura 27 –	Quantificação monetária do sistema CPVC.....	61
Figura 28 –	Comparativo de custo do sistema PEX (água quente).....	62
Figura 29 –	Comparativo de custo do sistema CPVC.....	62
Figura 30 –	Comparativo temporal dos sistemas PVC, CPVC, PEX (água fria e quente) em horas.....	63
Figura 31 –	Comparativo monetário dos sistemas PVC, CPVC, PEX (água fria e quente) em reais.....	64

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Vantagens.....	32
Quadro 2 –	Desvantagens.....	33
Quadro 3 –	Composição do item ponto de consumo terminal de água fria com tubulação PEX.....	53
Quadro 4 –	Composição do item ponto de consumo terminal de água quente com tubulação PEX.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Item 88248 da tabela do SINAPI.....	38
Tabela 2 –	Item 88267 da tabela do SINAPI.....	38
Tabela 3 –	Item 96794 da tabela do SINAPI.....	40
Tabela 4 –	Item 96874 da tabela do SINAPI.....	41
Tabela 5 –	Item 96812 da tabela do SINAPI.....	42
Tabela 6 –	Item 96805 da tabela do SINAPI.....	44
Tabela 7 –	Item 96806 da tabela do SINAPI.....	44
Tabela 8 –	Item 96807 da tabela do SINAPI.....	45
Tabela 9 –	Item 91166 da tabela do SINAPI.....	45
Tabela 10 –	Item 89356 da tabela do SINAPI.....	46
Tabela 11 –	Item 89362 da tabela do SINAPI.....	48
Tabela 12 –	Item 89366 da tabela do SINAPI.....	48
Tabela 13 –	Item 89395 da tabela do SINAPI.....	48
Tabela 14 –	Item 90443 da tabela do SINAPI.....	48
Tabela 15 –	Item 90466 da tabela do SINAPI.....	49
Tabela 16 –	Item 89957 da tabela do SINAPI.....	49
Tabela 17 –	Item 89634 da tabela do SINAPI.....	50
Tabela 18 –	Item 89641 da tabela do SINAPI.....	51
Tabela 19 –	Item 89645 da tabela do SINAPI.....	51
Tabela 20 –	Item 89697 da tabela do SINAPI.....	51
Tabela 21 –	Item 90443 da tabela do SINAPI.....	51
Tabela 22 –	Item 90466 da tabela do SINAPI.....	52
Tabela 23 –	Item 89959 da tabela do SINAPI.....	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	15
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS.....	15
1.2.1	Objetivo geral.....	15
1.2.2	Objetivos específicos.....	15
1.3	METODOLOGIA.....	16
2	INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS.....	17
2.1	CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS HIDRÁULICOS.....	18
3	CARACTERIZAÇÃO DO PVC, CPVC e PEX	24
3.1	PVC.....	24
3.2	CPVC.....	25
3.3	PEX.....	26
3.3.1	Evolução do PEX no Brasil.....	30
3.4	VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODELO.....	32
3.5	INTRODUÇÃO AO SINAPI.....	33
3.5.1	O SINAPI.....	33
4	ORÇAMENTO E ESTIMATIVA DO TEMPO DE SERVIÇO PARA TUBULAÇÕES EM PVC, CPVC E PEX.....	37
4.1	PEX.....	39
4.1.1	Quantificação unitária do Tubo PEX.....	39
4.1.2	Distribuidor.....	40
4.1.3	Conexão.....	42
4.1.4	Kits Chassi.....	43
4.1.5	Abraçadeiras (fixação).....	45
4.2	PVC.....	46
4.2.1	Quantificação unitária do tubo de PVC.....	46
4.2.2	Composição dos custos do PVC.....	47
4.3	CPVC.....	49
4.3.1	Quantificação unitária do tubo de CPVC.....	49
4.3.2	Composição dos custos do CPVC.....	50

5	COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS.....	53
5.1	PEX VERSUS PVC.....	54
5.2	PEX VERSUS CPVC.....	59
5.3	PEX VERSUS PVC VERSUS CPVC.....	63
5.4	CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS.....	64
6	CONCLUSÃO.....	66
	REFERÊNCIAS	68

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural e responsável por grande parte da vida do planeta. Desde a antiguidade a água é símbolo de desenvolvimento e prosperidade das civilizações. O homem sempre tentou manipulá-la para se beneficiar do seu uso, construindo canais e tentando se manter próximo a ela para práticas como agricultura e pecuária. Na figura 1, apresenta-se uma plantação de arroz na China, demonstrando a utilização da água para agricultura, que vem desde a antiguidade.

Figura 1 - Agricultura na China



Fonte: National Geographic, George Steinmetz (2019)

Atualmente, além das utilizações comuns desde a antiguidade, a água é usada para inúmeras atividades como por exemplo: geração de energia, transporte de cargas, sistemas industriais de refrigeração, etc. Com o avanço do tempo e das tecnologias o acesso à água se tornou algo mais fácil, e com isso a distribuição de água passou a ser mais individual e personalizada, resultando numa melhor higienização da população, interrompendo a cadeia de contaminação de algumas doenças e resultando numa menor mortalidade.

Em grande parte do Brasil é fornecido pelos órgãos públicos o abastecimento de água à população (captada em mananciais, rios, lagos e poços), sendo garantida a sua potabilidade. Portanto, devido a essa prerrogativa o sistema público é preferencialmente escolhido, existindo também a possibilidade de uma distribuição mista, ou seja, feita por distribuidor público e fonte particular. Em casos onde a disponibilidade deste serviço não é suficiente para atender a população, a captação de água é feita em nascentes ou por reservas subterrâneas, poços onde a água é bombeada para a superfície (atendendo às normas da ABNT: NBR 12212 - Projeto de poço para captação de água subterrânea; NBR 12244 – Construção de poço para captação de água subterrânea). Essa água é destinada ao sistema hidráulico da edificação sendo normalmente armazenada por um reservatório inferior e levada por meio de gravidade ou bombeamento para um reservatório superior e distribuída para cada ponto de uso como: torneiras, chuveiros e vasos sanitários, por exemplo.

Durante todo o percurso da água, ela é transportada por materiais que asseguram a sua qualidade (potabilidade, temperatura adequada ao uso, etc), além de evitar contaminações químicas ou naturais, sendo principalmente utilizado no Brasil tubulação em PVC (Cloro de Polivinila), CPVC (policloro de vinila Clorado), ferro fundido, cobre e PEX (polietileno reticulado).

No sistema hidráulico no interior das edificações, existe a necessidade de transportar água quente e água fria, havendo, assim, distinção de tipos de tubulações específicas para cada caso. PVC e ferro fundido são melhores para distribuição de água em temperatura ambiente. CPVC e cobre são mais utilizados em água com altas temperaturas. Já o PEX, esse pode ser utilizado tanto em água fria quanto em água quente devido a sua versatilidade. O PEX monocamada é utilizado para água em temperatura natural e o PEX multicamada para temperaturas mais elevadas. O sistema PEX é uma tecnologia que foi desenvolvida no continente Europeu e foi conquistando mercado e se expandindo pelo mundo. Esse avanço se dá, em parte, pela rapidez de instalação, por ser um sistema de ponto a ponto sem o uso de conexões intermediárias, com a facilidade e adaptabilidade do material nos locais de instalação além da simples execução e manutenção. As mudanças de direção da tubulação são todas realizadas pela curvatura do tubo flexível.

No mercado atual devido a recorrente prática e aceitação do uso de materiais como PVC e CPVC, o estudo e viabilidade de um novo sistema para suprir uma demanda não alcançada pelos métodos tradicionais se torna necessário. Sendo o PEX caracterizado por uma tecnologia segura e competitiva para ganhar espaço em obras.

Esse trabalho pretende explorar exatamente o sistema PEX.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Com a expansão do mercado e a crescente busca por eficiência, são necessárias a criação de inovações para atender a essa demanda e adaptações do mercado para suprir todos os tipos de obras e exigências. É natural que todo e qualquer ramo do comércio se adapte às inovações para incorporar soluções específicas ou gerais.

O que motivou a escolha do tema foi a notória evolução dos processos construtivos que a aplicação do sistema PEX proporciona ao mercado, com ganho de produtividade, versatilidade e segurança, sendo uma progressão em relação aos sistemas mais consolidados como o PVC e CPVC.

O sistema PEX otimiza soluções para diferentes tipos de obras e serviços, gerando maior praticidade e qualidade em um menor período de tempo. Esse trabalho vai viabilizar o aprendizado sobre esse novo método.

Portanto, será realizada uma comparação entre os métodos tradicionais e o sistema PEX para uma concreta escolha do material para obra. Será detalhado e comparado o comportamento dos materiais nos seus aspectos construtivos e econômicos, apontando quando cada tipo de material se sobressai.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é explorar o sistema PEX, difundindo conhecimentos sobre o mesmo e assim comparando o modelo com os já consolidados no mercado, PVC e CPVC.

1.2.2 Objetivos Específicos

Para a consecução do objetivo geral são estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Consolidar o conhecimento do processo de aplicação do sistema PEX;
- b) Identificar as vantagens e desvantagens do sistema PEX em relação aos outros materiais utilizados para as instalações hidráulicas, em especial o PVC e CPVC;
- c) Investigar a evolução do quantitativo do uso dos sistemas PEX nas instalações hidráulicas no Brasil do início do seu uso até o momento atual.
- d) Fazer um comparativo entre o uso dos sistemas PEX, PVC e CPVC nos dias atuais, com um destaque especial na parte econômica e produtiva.

1.3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do primeiro objetivo, segundo e terceiro objetivos específicos fez-se uma revisão bibliográfica em livros, artigos científicos, catálogos de fabricantes, boletins e cadernos técnicos referentes a instalações hidráulicas de água quente e fria.

Para a consecução do quarto objetivo específico, foi realizada uma comparação entre os métodos tradicionais e o sistema PEX para uma concreta escolha do material para obra. Será detalhado e comparado o comportamento dos materiais nos seus aspectos construtivos e econômicos, apontando quando cada tipo de material se sobressai.

2 INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

A presença da instalação hidráulica em uma edificação é de extrema e fundamental importância para garantir o fornecimento de água em cada ponto de consumo. Além disso, gera conforto e comodidade para o usuário, que possui uma pressão, velocidade, temperatura e constância de fluxo se adequando aos locais de utilização.

Outro fator importante é a economia de água proporcionada pelo sistema, devido a fácil detecção de vazamentos e possibilidade de manutenção preventiva, reduzindo assim significativamente a conta de água.

Embora seja imprescindível em uma edificação hoje, a instalação hidráulica é relativamente recente, sendo que as primeiras pesquisas se iniciaram no final do século passado. Em 1890 na Alemanha foi feito em laboratório vertical (3 andares) uma simulação de condições variadas para estudar o efeito das pressões no funcionamento dos aparelhos. Nessa época os conhecimentos de sifonagem e ventilação já estavam bastante consagrados, mas com natureza empírica.

No pós Primeira Guerra Mundial, devido ao aumento da demanda por construções em regiões centrais, aumentou a necessidade das instalações hidráulicas, sendo assim devido ao aumento da produção os preços foram ficando mais acessíveis, porém ainda existiam problemas com a contaminação da água gerando casos famosos como o da epidemia de disenteria amebiana durante a feira mundial em Chicago 1933, causado possivelmente pelo encanamento defeituoso que permitiu que o esgoto contaminar a água consumida no evento.

Com o final da Segunda Guerra Mundial foram estruturados conceitos básicos de fenômenos hidráulicos e pneumáticos do escoamento de tubos de queda, ramais de descarga, coletores sifões e aparelhos. Anos mais tarde as pesquisas se multiplicaram e em 1972 foi feita a primeira reunião da Work Commission W62, que trataria dos problemas de demanda de água nos edifícios. No ano seguinte, 1973, a nova reunião apresentaria para o modelo matemático as perdas de carga para as tubulações e conexões. Posteriormente, na década de 80, o foco das reuniões era a implantação dos modelos matemáticos para escoamento em ramais de esgoto e tubo de queda, do CAD para as instalações hidráulicas e da redução do desperdício de água. Ganhando assim cada vez

mais eficácia e eficiência, gerando baixo risco de contaminação. As informações históricas contidas nesta parte do trabalho foram redigidas de acordo com o boletim técnico da escola politécnica da Universidade São Paulo, (A Evolução Histórica das Instalações Hidráulicas, Francisco Romeu Landi, 1993).

O sistema hidráulico consiste na distribuição da água para os pontos de consumo da edificação passando por equipamentos, reservatórios, encanamentos e válvulas. Sendo oriunda da captação e realocação pelo sistema de abastecimento normalmente feito pela rede pública de abastecimento devido a garantia da potabilidade da água.

NBR 5626/2020 – Norma Brasileira para Instalações Prediais de Água Fria da Associação Brasileira de Normas Técnicas - Norma que rege as instalações de água fria potável.

De acordo com a NBR 5626/2020 as instalações prediais de água fria devem preservar a potabilidade da água, garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento das peças de utilização, promover economia de água e energia, possibilitar manutenção fácil e econômica, evitar níveis de ruído inadequados ao ambiente, proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação e com vazões satisfatórias.

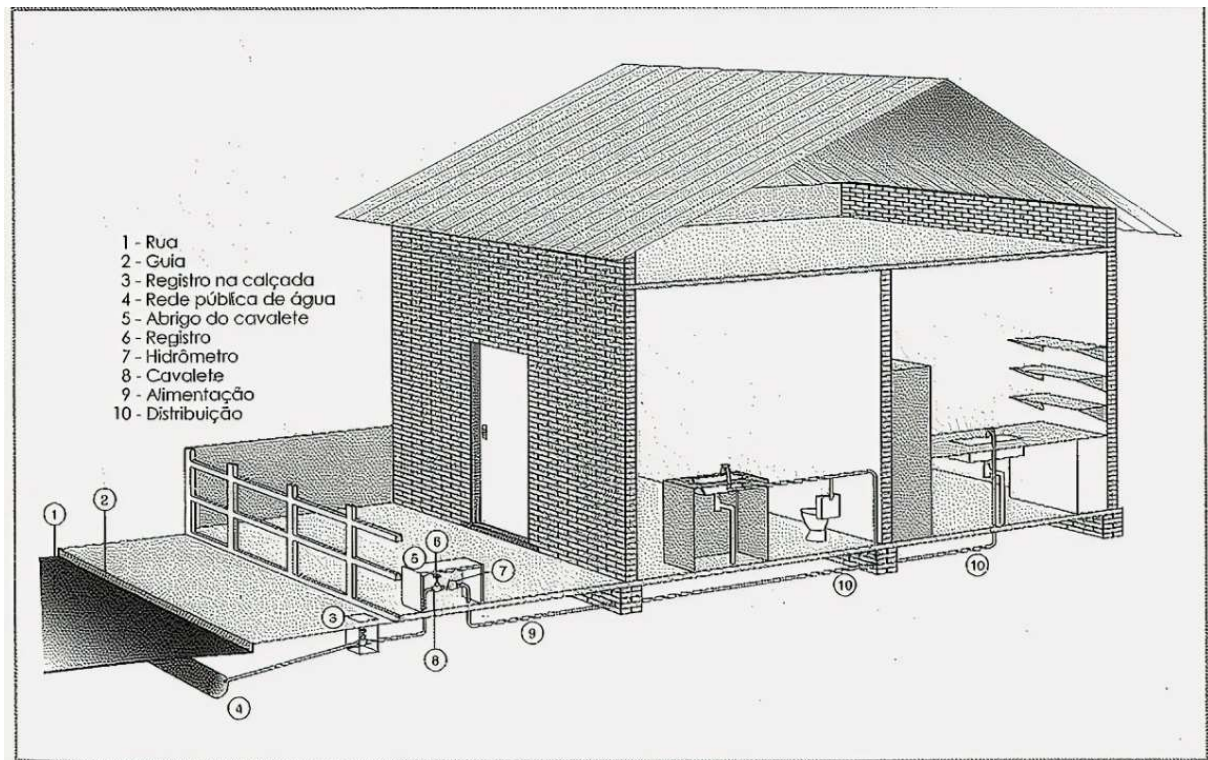
2.1 CLASSIFICAÇÃO DOS SISTEMAS HIDRÁULICOS

O sistema de abastecimento pode ser classificado como direto, indireto (gravidade ou sem bombeamento, bombeamento e hidropneumático) e misto.

- Sistema de Distribuição Direto: A alimentação da rede interna de distribuição do prédio é feita diretamente da rede pública de abastecimento. Não existe reservatório domiciliar, e a distribuição é feita de forma ascendente, ou seja, as peças de utilização de água são abastecidas diretamente da rede pública. A instalação de dispositivo de segurança, no alimentador predial, tipo válvula de retenção se faz necessária a todas as edificações supridas pelo coletor público, pois existe a possibilidade de retrossifonagem (refluxo) da rede predial para a rede pública, causando contaminação. Caso ocorra alguma interrupção no fluxo de água da rede pública, acarretará em falta de água na edificação, ou seja, o sistema

fica dependente do abastecimento público. A grande vantagem do sistema é o baixo custo de instalação. Ele pode ser visualizado na figura 2.

Figura 2 - Esquemática de instalação hidráulica com sistema de distribuição direta

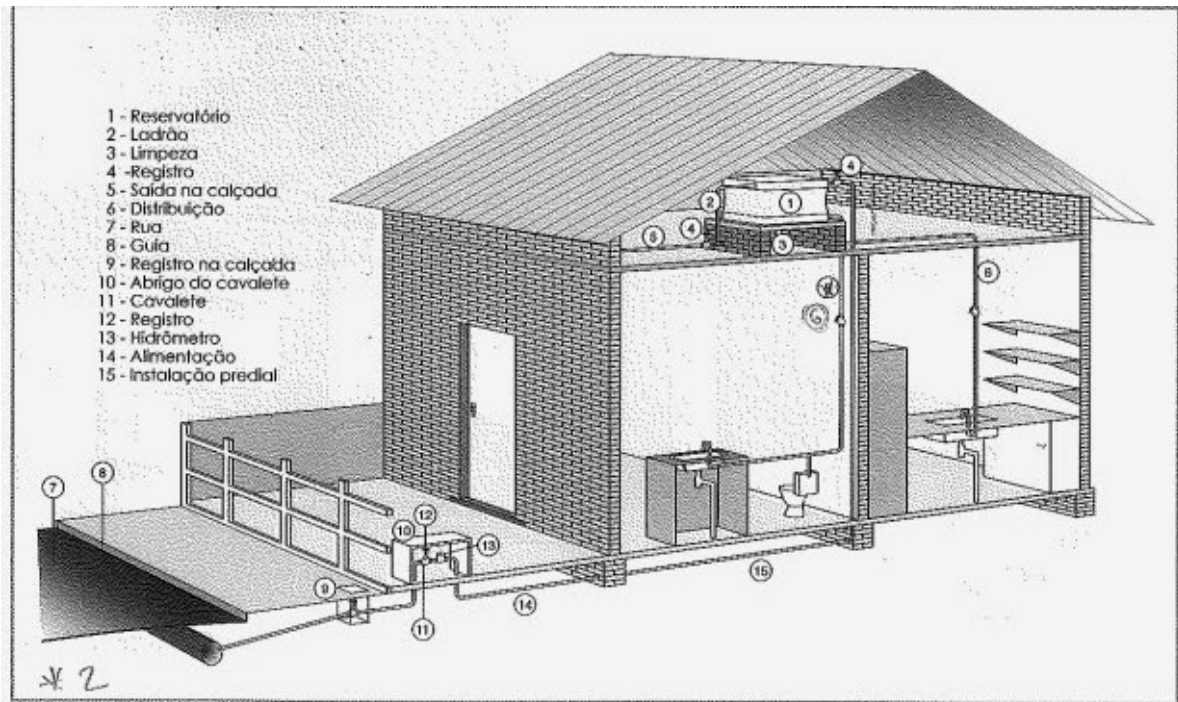


Fonte: Carvalho Júnior (2002)

- Sistema de Distribuição Indireto: Adotam-se reservatórios para minimizar os problemas referentes à intermitência ou a irregularidades no abastecimento de água e a variações de pressões da rede pública. A alimentação da residência é feita de forma descendente. Pode ser feito com bombeamento ou por gravidade dependendo da quantidade de pavimentos existentes na residência, ou em casos especiais o sistema hidropneumático. No sistema indireto, a possibilidade de retrossifonagem é impedida pela separação atmosférica na entrada de água do reservatório.
1. Gravidade ou sem bombeamento: Nesse caso, para até três pavimentos, 9 metros, é comum o uso de apenas um reservatório superior, devido ao fato de ser a altura alcançada pela água provinda da rede pública. Com a existência do reservatório superior, caso ocorra alguma interrupção no fluxo de água devido ao abastecimento público, a edificação ainda consegue garantir o abastecimento

interno, mesmo com pressões menores que o fornecido pelo sistema direto. De acordo com a figura 3.

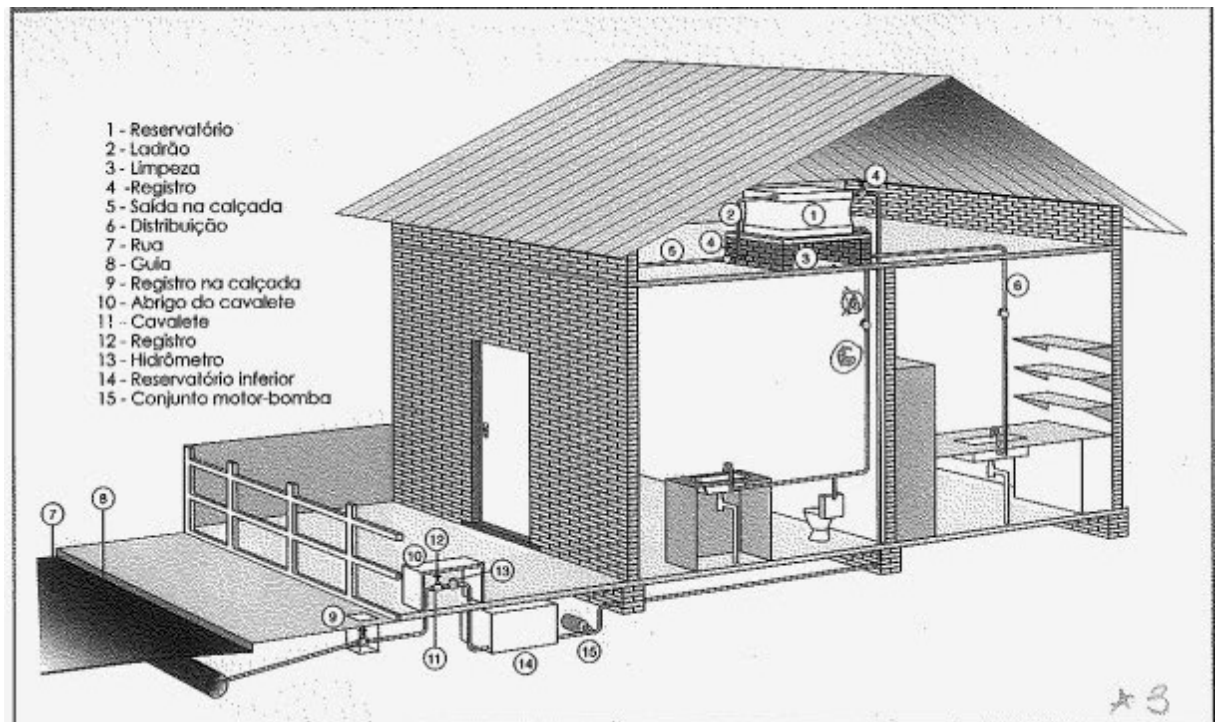
Figura 3 - Esquemática de instalação hidráulica com sistema de distribuição indireta por gravidade ou também chamado de sem bombeamento



Fonte: Carvalho Júnior (2002)

2. Bombeamento: Para grandes edifícios (maiores que 9 metros) normalmente são utilizados dois reservatórios, superior e inferior, necessitando de bombeamento para levar a água do reservatório inferior para o superior, sendo assim imprescindíveis as bombas de recalque. Quando a água é bombeada e chega no reservatório superior é distribuída por gravidade para o restante do sistema. De acordo com a figura 4.

Figura 4 - Esquemática de instalação hidráulica com sistema de distribuição indireta por bombeamento

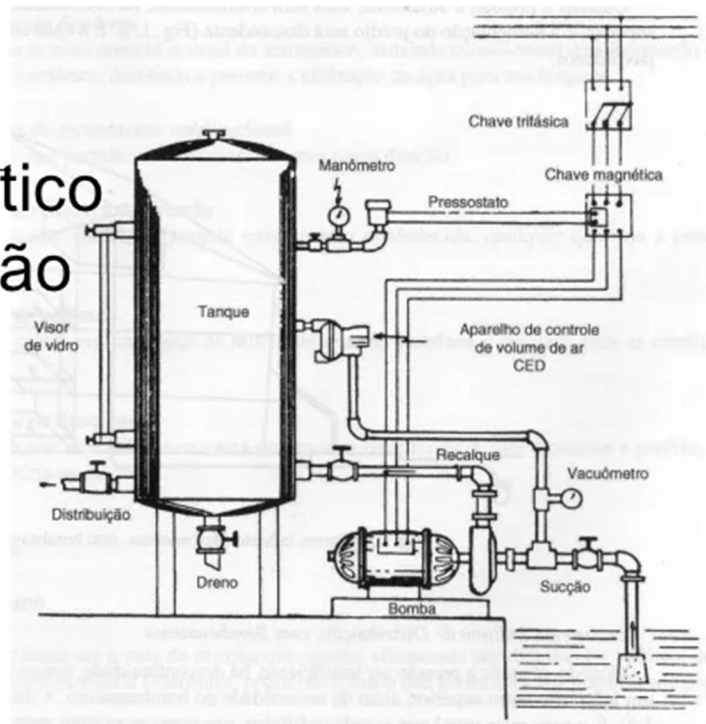


Fonte: Carvalho Júnior (2002)

3. Hidropneumático de Distribuição: Consiste em um sistema onde o reservatório inferior é abastecido pela rede pública e fornece o fluxo de água por meio de bombeamento para o reservatório de pressurização, sendo assim garantindo a pressão da água que será distribuída para os pontos de utilização. É recomendado apenas em casos especiais: aliviar estruturas devido a ausência do reservatório superior; necessidade de ganho espaço considerável na cobertura; gabarito crítico em certos locais, pois é criado problemas de arquitetura devido ao reservatório superior; exigência de pressões que não podem ser atendidas por gravidade. Possui um elevadíssimo custo de instalação. Como ilustrado na figura 5.

Figura 5 - Esquematização de instalação hidráulica com sistema de distribuição indireta hidropneumático

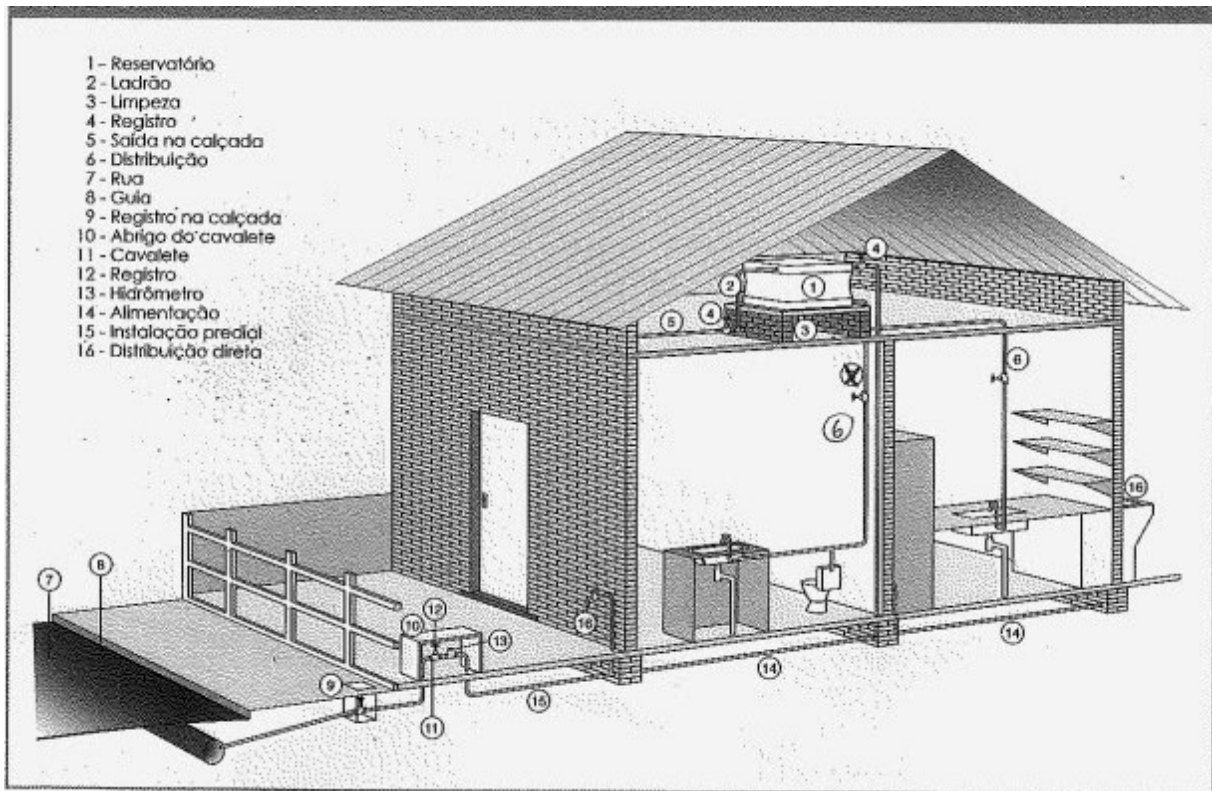
Sistema hidropneumático de distribuição



Fonte: Creder Hélio, Instalações hidráulicas e sanitárias, Rio de Janeiro: LTC (2006)

- Sistema Misto: Parte da alimentação da rede de distribuição predial é feita diretamente pela rede pública e parte é feita pelo reservatório superior. Como a pressão advinda do abastecimento público é maior, é mais efetivo usá-la em pontos específicos como por exemplo torneiras de pia de cozinha e jardim situados no térreo. O restante da edificação é abastecido pelo reservatório superior. Isso gera um ganho econômico e de efetividade. São necessárias soluções para evitar a retrossifonagem: para o sistema direto é necessária a instalação da válvula de retenção; para o sistema indireto a separação atmosférica na entrada de água do reservatório. Como ilustrado na figura 6.

Figura 6 - Esquemática de instalação hidráulica com sistema de distribuição mista



Fonte: Carvalho Júnior (2002)

3 CARACTERIZAÇÃO DO PVC, CPCV e PEX

A seguir, será abordadas as características dos materiais PVC, CPVC e PEX.

3.1 PVC

O Policloreto de vinila (amplamente conhecido pelo acrónimo PVC, cujo nome IUPAC é Policloroeteno) é um dos polímeros mais conhecidos e manuseados no mundo. É obtido através da reação do acetileno com o cloreto de hidrogênio.

O PVC é um dos materiais mais utilizados em instalações hidráulicas de água e esgoto. Com o PVC, são feitas tubulações, conexões e acessórios. Sendo mais leves que os itens de ferro fundido, além de ser resistente à corrosão e possuir elevada durabilidade, às peças de PVC possuem manuseio simples e econômico, não necessitando de uma grande quantidade de pessoas e veículos para transportá-los e instalá-los. De acordo com o Instituto Brasileiro do PVC (2022).

As instalações hidráulicas de PVC são facilmente executadas com a utilização de luvas e adaptadores ou a união entre as peças pode ser feita de forma soldável ou roscável. Este material também é bastante conhecido pelo baixo atrito na superfície interna, gerando assim, um escoamento com uma menor perda de carga. Entretanto, esse material apresenta alta degradação quando exposto de forma prolongada ao sol, possui baixa resistência ao calor e o material não possui um bom isolamento térmico. Mas, é pouco inflamável, característica importante para a segurança das construções. A Figura 7 ilustra a tubulação de PVC da empresa Amanco Wavin, fornecedora de sistemas e soluções de tubos e conexões.

Figura 7 - Tubulação PVC para utilização em instalações hidráulicas da empresa Amanco Wavin



Fonte: Amanco Wavin (2022)

3.2 CPVC

O policloreto de vinila clorado (CPVC) é da mesma família termoplástica do tradicional PVC, possuindo assim todas as propriedades inerentes ao policloreto de vinila. Além disso, possui resistência à condução de líquidos sob pressão e altas temperaturas. O CPVC é obtido através de um homopolímero de PVC que é submetido a uma reação de cloração, por meio de energia térmica e/ou raios UV. Após esse processo, a resina de CPVC é fundida a aditivos para amplificar suas propriedades facilitando sua processabilidade.

O CPVC é um material utilizado, na parte de instalações hidráulicas, para transporte de água quente. Isso ocorre devido a excelente capacidade de suportar altas temperaturas e pressão na tubulação, aguentando até 80°C (suficientemente segura e eficaz, visto que um aquecedor doméstico esquentar até 70°C no máximo).

O material é inerte quimicamente e possui excelentes propriedades mecânicas, dielétricas e de chama e fumaça. É soldado a frio com cola especial, dispensando mão de obra especializada e, por isso, é utilizado em edificações de pequeno e médio porte. Apresenta vantagem em relação ao PVC e ao cobre por exemplo, pelo fato de não necessitar de

isolamento térmico, pois já o CPVC já é um isolante térmico que consegue conservar a temperatura da água de forma mais duradoura.

A instalação do material possui vantagens como: leveza, visto que o peso do CPVC é aproximadamente $\frac{1}{8}$ do peso do aço; fácil manuseio e trabalhabilidade; a não necessidade de maçaricos ou fontes de ignição para unir o material, tornando-o mais seguro. A Figura 8 ilustra a tubulação de CPVC da empresa Amanco Wavin.

Figura 8 - Tubulação CPVC para utilização em instalações hidráulicas da empresa Amanco Wavin



Fonte: GSD Engenharia (2022)

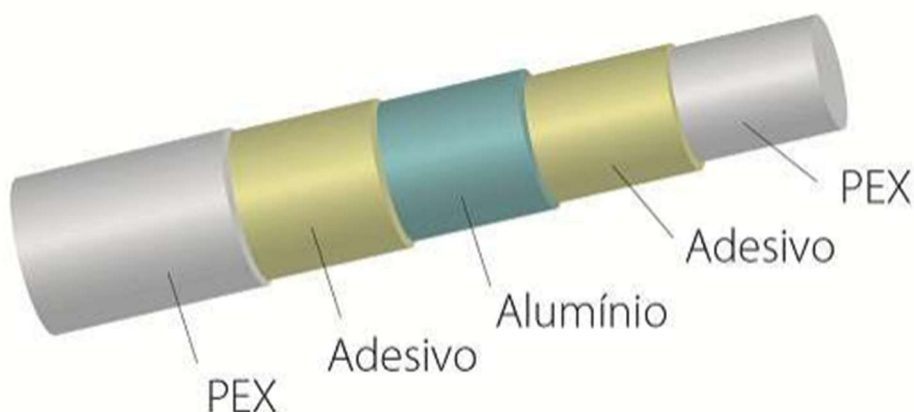
3.3 PEX

A tubulação de polietileno reticulado, conhecido comercialmente pela sigla PEX, é uma tecnologia moderna e inovadora na construção civil dinamizando os processos de instalação hidráulica por ser uma tubulação flexível e versátil. Suas principais utilizações abrangem instalações de água fria, quente e gás.

O sistema PEX, para instalações hidráulicas, pode ser monocamada (convencional) ou multicamada (tubos de alumínio). Quando não existe necessidade de transportar fluido com pressão e temperatura elevadas é utilizado o PEX monocamada, sendo assim normalmente é utilizado para tubulação de água fria ou quente. Já o PEX multicamada pode ser utilizado para transportar pelas tubulações gás.

O PEX é composto principalmente por um polímero de baixa densidade, devido a alta tecnologia de fabricação desse polímero, o material proporciona segurança, confiabilidade e durabilidade. O PEX multicamada é composto por 5 camadas, sendo a primeira de polietileno reticulado, feita para evitar a corrosão, seguida de uma camada de revestimento adesivo especial para gerar adesão nas camadas. Para a terceira e mais importante camada é utilizado alumínio responsável por ser resistente a altas temperaturas e pressões dos fluidos, por possuir boas propriedades mecânicas, além de garantir a flexibilidade do material evitando as conexões na tubulação. Nas camadas adjacentes são utilizados novamente o revestimento adesivo especial, para garantir a adesão das camadas, e polietileno reticulado, para evitar contaminação por agentes externos, respectivamente. Segue a ilustração do PEX multicamada na figura 9.

Figura 9 - Esquemática das camadas do tubo PEX



Fonte: Catálogo Tigre (2010)

A tubulação PEX possui expectativa de tempo de vida útil superior a 50 anos, o que agrega as garantias advindas do fornecedor. Caso o sistema seja executado por profissionais capacitados e treinados, surgem vantagens na velocidade de instalação e praticidade, o que pode resultar na diminuição das despesas da obra se comparado com outros materiais como por exemplo o PVC e CPVC. Sendo assim, é visível que a produtividade das tubulações PEX pode ser superior a materiais convencionais, além disso os tubos PEX são mais leves do que os demais produtos disponíveis pelo mercado, para diâmetros a solução é cerca de 7 vezes mais leve do que os canos de cobre e 13 vezes em relação aos materiais fabricados em aço.

A principal característica do sistema é a versatilidade e flexibilidade, podendo se adequar a qualquer tipo de estrutura, com uma ligação “ponto a ponto” que elimina a necessidade de conexões exigidas por outros sistemas, como por exemplo curvas e joelhos em tubulação PVC e CPVC. Com isso, ganha velocidade e agilidade na execução de obras, sendo considerado a tecnologia mais moderna de instalações hidráulicas. A facilidade na instalação e manuseio, onde não é necessária a utilização de fogo e nem de equipamentos específicos, a tornam confiável e seguro. A figura 10 representa a versatilidade e flexibilidade da tubulação PEX.

Figura 10 - Ilustração da Flexibilidade do tubo PEX



Fonte: Tigre (2010)

O maior diferencial do sistema PEX é dado pela instalação ponto a ponto. Essa instalação tem o mesmo princípio de funcionamento de uma instalação elétrica, os tubos podem ser levados individualmente e diretamente através de conduítes ou tubos bainha, por um “quadro de distribuição” até o ponto de utilização, sem a necessidade de conexões intermediárias. Esse tipo de instalação é ideal para edificações em sistema Drywall, gesso

acartonado, pois a instalação do sistema PEX favorece a inspeção, troca e manutenção sem quebras de revestimentos e paredes, além disso, por eliminar emendas é reduzido a possibilidade de vazamentos.

Em alguns casos a instalação do PEX consiste inicialmente em deixar embutido na alvenaria e nas paredes um tubo guia que receberá o tubo PEX. Também existe a possibilidade de posicionar no ambiente uma caixa de distribuição, onde geralmente localizam-se os distribuidores, de onde partirão as tubulações PEX até o ponto de consumo, segundo Salgado.

A caixa de distribuição é o centro de controle de todas as ligações da tubulação PEX, facilitando a manutenção devido a acessibilidade gerada. Pode ser fixada em paredes de gesso acartonado ou chumbada diretamente na alvenaria e é onde ficam localizados os distribuidores.

Os distribuidores realizam a distribuição de água para cada ponto de utilização. Podem ser simples ou com válvulas independentes, a instalação é feita na caixa de distribuição ou em shaft, no caso de construções verticais. No Brasil, os distribuidores disponíveis no mercado podem possuir 2,3,4 e 5 pontos de saída.

Para o cálculo da perda de carga nos tubos e conexões, considera-se o somatório do comprimento real do tubo com o comprimento equivalente relativo às conexões e em seguida multiplicados pela perda de carga unitária referente ao trecho em questão, de acordo com a NBR 5626/2020.

Mesmo o sistema PEX não exigindo necessidade de conexões intermediárias na instalação ponto a ponto, é necessário considerar para a perda de carga localizada nas conexões extremas, ou seja, as conexões existentes na caixa de distribuição e as conexões que farão a ligação entre as peças de utilização e a tubulação, como por exemplo cotovelos.

Para o cálculo da perda de carga em tubulação PEX, deve ser medido o comprimento de tubulação utilizado no trecho com o comprimento equivalente, e em seguida multiplicar o resultado pela carga unitária. Porém existe uma peculiaridade desse sistema, devido às curvaturas efetuadas pela própria tubulação, em que a determinação da perda de carga localizada pode variar, dependendo do resultado da divisão do raio de curvatura e do diâmetro da tubulação.

Devido a uma maior perda de carga gerada no sistema PEX, esse apresenta uma desvantagem em relação aos materiais convencionais, as pressões geradas pelo PEX são inferiores ao PVC e CPVC. Mas mesmo assim, atende perfeitamente ao mínimo exigido para a utilização das peças nos pontos de consumo, ou seja, possui um desempenho hidráulico satisfatório.

3.3.1 Evolução do PEX no Brasil

A partir de 1999, o Policloreto de Vinila (PVC), foi se concretizando como principal material da construção civil para encanações, substituindo assim gradativamente as tubulações de ferro fundido, para o transporte de água em edificações. Sendo vista hoje como a mais comum das famílias de tubos e conexões, o PVC, apresenta maior destaque dentre outros materiais em instalações de água fria e praticamente absoluto no que se refere a esgoto.

Com o crescimento da construção civil brasileira, aparecem novas dificuldades e novas situações que nem sempre podem ser atendidas pelos métodos e materiais convencionais. A partir dessas exigências novos tipos de materiais e sistemas construtivos ganham força, nesse cenário se encaixa a evolução do sistema PEX no Brasil. Visto que foi criada uma nova demanda do mercado que necessita de agilidade e redução de prazos para entrega de obras, não prejudicando assim a segurança, qualidade e eficiência da obra. Sendo o polietileno reticulado (PEX) o material perfeito para obras com essas características específicas.

Há mais de 15 anos a Astra S/A indústria e comércio, uma das mais importantes fornecedoras para o mercado da construção, foi pioneira na fabricação e distribuição das tubulações de polietileno reticulado (PEX) no Brasil. Porém, apenas em maio de 2011 foi publicada a NBR 15939/2011, que visa propagar o uso do material em instalações hidráulicas, sendo esta dividida em três partes: descrição do material; procedimentos para o projeto; procedimentos para instalação. Antes dessa data a fabricação do PEX tinha que se adequar às normas técnicas internacionais, como especificações DIN (Norma de Controle de Qualidade Alemã) ou UNE (Norma de Controle de Qualidade Espanhola), exigindo assim um controle de qualidade seletivo através de especificações e requisitos.

A instalação do sistema PEX é relativamente simples, segundo os próprios fornecedores, mas mesmo assim muitos profissionais ainda têm dificuldades de executá-las. Por isso, o mais indicado é que exista alguém com certa noção em sistema PEX, ou então alguma adequação da mão de obra por meio de treinamento reforçado e prático. Mesmo com essa questão, projetos de grandes empresas de edificações em gesso acartonado e alvenaria estrutural já prescrevem o uso de tubulações PEX para suas obras devido a suas vantagens construtivas.

Em 2011, ano em que a norma brasileira sobre o PEX foi publicada, a fabricante TIGRE destacou diversas vantagens, especificações técnicas em sua utilização:

- Barreira de oxigênio: devido a camada de alumínio no tubo multicamada.
- Forma estável: Devido também a alma de alumínio.
- Baixa rugosidade: Proporciona baixa perda de carga ao longo da linha.
- Leveza: Material leve, facilita o transporte, e estocagem e instalação.
- Fornecimento em bobinas: facilita a instalação em grandes trechos sem a necessidade de conexões.
- Menos perda de material na obra: os tubos podem ser cortados em qualquer tamanho sem que sobre pequenos pedaços na obra.
- Baixa perda de calor: baixa condutividade térmica.
- Redução de conexões: devido a sua flexibilidade, as conexões podem ser eliminadas utilizando o próprio tubo para mudanças de direções.
- Alta resistência química e corrosão: suporta a agressão de águas ácidas ou alcalinas sem qualquer alteração.
- Pureza e atoxicidade: não transmite gosto ou odor a água.

Além das vantagens destacadas pela fabricante TIGRE, vale destacar também a fácil manutenção e redução do entulho, visto que não necessita quebra de parede, e o modelo é compatível com modelos construtivos de drywall, alvenaria convencional e estrutural.

3.4 VANTAGENS E DESVANTAGENS DOS MODELOS

Para efeito comparativo entre as características dos materiais foram feitos os quadros 1 e 2 mostrando as vantagens e desvantagens de cada sistema.

Quadro 1 - Vantagens

Vantagens		
PVC	CPVC	PEX
Resistência à corrosão;	Inerte quimicamente e possui excelentes propriedades mecânicas, dielétricas e de chama e fumaça;	Tempo de vida útil superior a 50 anos devido a elevada resistência e durabilidade;
Durabilidade ilimitada;	Vantagem em relação ao PVC e ao cobre por exemplo, pelo fato de não necessitar de isolamento térmico;	Suporta até 95°C;
Leveza e facilidade de transporte e manuseio;	O CPVC é um isolante térmico. Assim, conserva a temperatura da água quente transportada por mais tempo;	Fácil e rápida instalação e manutenção, onde não é necessária a utilização de fogo e nem de equipamentos específicos, a tornam confiável e seguro;
Facilidade e baixo custo de instalação;	Não necessidade de maçaricos ou fontes de ignição para unir o material, tornando-o mais seguro;	Poder vencer curvas pela parede, com ou sem emprego de cotovelos;
Não permite desenvolvimento bacteriológico em sua superfície.	Resistência à condução de líquidos sob pressões e altas temperaturas. A temperatura máxima que o tubo suporta é de 80 °C;	Diminuição do número de juntas, em relação ao PVC, devido à possibilidade de fazer melhor caminhamento e curvas;
Baixo atrito na superfície interna gerando baixa perda de carga;	É soldado a frio com cola especial, dispensando mão de obra especializada e, por isso, é comum em obras de pequeno e médio porte;	A vasta gama de conexões do sistema PEX, associada à sua flexibilidade, permite otimizar soluções no projeto;
Pouco inflamável;	Fácil manuseio e trabalhabilidade;	Instalação ponto a ponto;
A união entre as peças pode ser feita de forma soldável ou roscável;	Durabilidade elevada;	Baixa possibilidade de vazamentos;
Respeita o meio ambiente. Pois, é 100% reciclável;	Melhor comportamento contra golpes de ariete (sob-pressão) e impactos;	Menos perda de material na obra: os tubos podem ser cortados em qualquer tamanho sem que sobre pequenos pedaços na obra, gerando redução do entulho na obra;
Devido ao menor atrito, economiza energia no transporte de água;	Por ter paredes internas extremamente lisas e não conduzir energia elétrica, proporciona que ao longo do tempo a instalação fique	Alta resistência química e corrosão: suporta a agressão de águas ácidas ou alcalinas sem qualquer alteração;

	sem incrustações e sem redução do diâmetro da tubulação.	
--	--	--

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 2 - Desvantagens

Desvantagens		
PVC	CPVC	PEX
Baixa resistência ao calor;	As juntas de dilatação para instalações em água quente utilizam cola para união entre tubo e conexão;	As conexões da linha precisam de ferramentas especiais para sua instalação e de mão de obra especializada;
Degradação por exposição prolongada ao sol;	Necessidade de em alguns casos utilizar a válvula térmica pela temperatura suportada;	Custo mais elevado que o PVC e CPVC;
Não possui um bom isolamento térmico.	Cuidado redobrado com a cola nas conexões que podem ressecar.	Maior perda de carga.

Fonte: O Autor (2022)

3.5 INTRODUÇÃO AO SINAPI

Para a realização deste trabalho foi utilizada a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) usando o relatório da unidade federativa de Pernambuco e impostos não desonerados com data base em janeiro de 2022 como referência para utilização dos dados de custo e coeficientes de produtividade para a instalação dos materiais de construção necessários para a realização de instalações hidráulicas.

3.5.1 O SINAPI

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), através do levantamento de custos dos materiais e dos salários pagos na construção civil segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), determina os índices construtivos e preços de custo para a realização dos serviços. Os relatórios abrangem insumos (materiais, mão de obra e equipamentos) e composições, que representam os serviços mais frequentes na construção civil.

No decreto 7983/2013 é determinado que o SINAPI deverá ser mantido pela Caixa Econômica Federal - CEF, segundo definições técnicas de engenharia (a especificação de insumos, composições de serviços e projetos referenciais) da Caixa Econômica Federal (CEF) e de pesquisa mensal de preço realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os relatórios de insumos e composições têm periodicidade mensal, abrangem os 26 estados e o Distrito Federal e são disponibilizados de forma sintética (mostrando apenas os preços) e analítica (explicitando os índices construtivos). Os preços dos insumos consideram custos com os Encargos Sociais Desonerado e Não Desonerado, cujo percentual adotado consta no cabeçalho de cada relatório.

Através dos dados presentes na tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) é possível estimar o custo da execução de uma obra, simulando assim de forma próxima da realidade atual. Representação da logotipo da Caixa juntamente com a SINAPI na figura 11.

Figura 11 - Representação CAIXA e SINAPI



Fonte: CBIC (2018)

Segundo o Manual de Metodologias e Conceitos do SINAPI (2020), os preços dos insumos são coletados mensalmente pelas equipes estaduais do IBGE em estabelecimentos regulares da capital de cada estado e previamente registrados. O valor é referente ao pagamento à vista, incluindo o frete apenas em insumos que possuam a indicação de frete na descrição. O valor de custo da mão de obra é pesquisado junto às construtoras e entidades representantes das categorias profissionais. Neste está incluso o valor gasto com salários e encargos sociais calculados especificamente para cada estado. Representação da logotipo do IBGE na figura 12.

Figura 12 - Representação IBGE



Fonte: IBGE (2022)

Também são divulgados os Cadernos Técnicos do SINAPI. Neles, são explicitados, para cada composição de serviço (item da tabela SINAPI) as considerações feitas para a escolha do item, os critérios para a quantificação dos serviços, os critérios de aferição utilizados para o levantamento dos índices de produtividade explicando as atividades que foram consideradas e as que não foram consideradas para a realização do item, caso a atividade não considerada seja indispensável para a obra, o respectivo item deve ser incluído no orçamento o método de execução do serviço, a indicação dos equipamentos adequados, informações complementares e pendências para a realização do serviço, quando necessários. No presente trabalho são abrangidos os cadernos técnicos referentes a sistemas e instalações hidrossanitárias vigentes em Janeiro de 2022, em especial o caderno técnico sobre Instalações de água em PEX, cortes e fixações, tubos e conexões de água fria e quente e kits de instalações hidráulicas (pontos de água). Os cadernos técnicos do SINAPI, na parte de sistemas e instalações hidrossanitárias estão representados na figura 13.

Figura 13 - Cadernos técnicos SINAPI vigentes

11	SISTEMAS E INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS		Água fria - tubos e conexões	02/2017
			Água quente - tubos e conexões	04/2019
		TUBOS DE AÇO, COBRE, PVC, CPVC E OUTROS MATERIAIS	Águas pluviais - caixas e ralos	09/2016
			Águas pluviais - tubos e conexões	12/2016
			Esgoto - tubos e conexões	02/2017
			Instalações de água em PEX	08/2017
			Instalações de água em PPR	08/2017
			Instalações em cobre	03/2019
		RALOS E CAIXAS SIFONADAS	Esgoto - caixas e ralos	09/2016
		APARELHOS SANITÁRIOS, LOUÇAS, METAIS, ACESSÓRIOS E OUTROS	Louças e Metais	02/2020
		PONTOS DE ÁGUA E ESGOTO	Kits de instalações hidráulicas	09/2016
		CAIXAS DE INSPEÇÃO, DE GORDURA E RESERVATÓRIOS	Caixas Enterradas	07/2021
		REGISTROS, VÁLVULAS, TORNEIRAS DE BÓIA	Válvulas e Registros para Sistemas Prediais	08/2021
		HIDRÔMETROS	Sistemas de Medição	11/2018
		FOSSAS E SUMIDOUROS	Fossas e Sumidouros	12/2020
		BOMBAS	Bombas Centrífugas, Horizontais e Submersíveis	02/2021
		CAIXAS D'ÁGUA	Caixas d'água	06/2021
		AQUECIMENTO SOLAR	Energia solar para edificações	12/2021
		SERVIÇOS AUXILIARES	Cortes e fixações	05/2020

Fonte: Sumário de publicações SINAPI (Abril 2022)

4 ORÇAMENTO E ESTIMATIVA DO TEMPO DE SERVIÇO PARA TUBULAÇÕES EM PVC, CPVC E PEX

Para a realização de uma análise econômica, é necessário uma metrificação quantitativa dos custos associados, no caso para um ponto de consumo de água para cada tipo de material, para posterior comparação entre sistemas PEX, PVC e CPVC. Para isso, é utilizada a tabela da SINAPI da unidade federativa de Pernambuco com impostos não desonerados e data base em janeiro de 2022. Em todos os casos é considerado a composição de Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares e Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares, pois para a execução do serviço é necessário a mão de obra que está descrita nos itens da SINAPI 88248 e 88267, conforme mostram as tabelas 1 e 2 respectivamente. Nas composições de custo “Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares” e “Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares” estão inclusos os custos de salário, alimentação, transporte, exames, seguros, ferramentas, equipamentos de proteção individual e cursos de capacitação profissional as devidas funções.

Em relação ao tempo gasto para a conclusão do serviço, é considerado que o maior tempo de mão de obra se sobrepõe, pois o serviço é concluído apenas quando todos os trabalhadores terminam de executar todas as suas respectivas tarefas. Sendo nos casos estudados sempre o tempo do encanador superior ao auxiliar. Sendo assim para a realização da instalação dos pontos terminais de consumo de água é necessário sempre analisar o total de horas gasto pelo encanador ou bombeiro hidráulico. Já que o serviço pode ser considerado como concluído se e somente se os dois profissionais terminarem suas respectivas atividades.

Tabela 1 - Item 88248 da tabela do SINAPI

88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H				
I	246 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	H	CR	1,0000000	11,88	11,88
I	37370 ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	2,28	2,28
I	37371 TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,56	0,56
I	37372 EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,81	0,81
I	37373 SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,01	0,01
I	43461 FERRAMENTAS - FAMILIA ENCANADOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,32	0,32
I	43485 EPI - FAMILIA ENCANADOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,94	0,94
C	95317 CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	CR	1,0000000	0,17	0,17
	MATERIAL	:	4,92	28,9923394 %		
	MAO DE OBRA	:	12,05	71,0076606 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	16,97	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR	

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 2 - Item 88267 da tabela do SINAPI

88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H				
I	2696 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO	H	C	1,0000000	16,78	16,78
I	37370 ALIMENTACAO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	2,28	2,28
I	37371 TRANSPORTE - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,56	0,56
I	37372 EXAMES - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,81	0,81
I	37373 SEGURO - HORISTA (COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,01	0,01
I	43461 FERRAMENTAS - FAMILIA ENCANADOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,32	0,32
I	43485 EPI - FAMILIA ENCANADOR - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA)	H	C	1,0000000	0,94	0,94
C	95335 CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	C	1,0000000	0,24	0,24
	MATERIAL	:	4,92	22,4247948 %		
	MAO DE OBRA	:	17,02	77,5752052 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:	21,94	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: C	

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

4.1 PEX

Serão detalhados as composições unitárias que compõem o sistema PEX.

4.1.1 Quantificação unitária do tubo PEX

Considerando o PEX monocamada utilizado em instalações hidráulicas, segundo o SINAPI, para água fria e quente, com tubos de 16 milímetros de diâmetro nominal, baseado na composição de custo 96794, conforme tabela 3. Para a realização da instalação unitária (1m) desse material, serão necessários 1,05 metros do tubo PEX monocamada, além disso, são necessários 1 minuto e 44,4 segundos (0,0290 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 5 minutos e 16,8 segundos (0,0880 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico, para a tubulação de 16 milímetros. Segundo o SINAPI, para a obtenção dos índices de produtividade, foi considerado que o auxiliar é responsável pelo transporte horizontal do material no andar de execução e o esforço de colocação de escadas ou plataformas de trabalho e guarda-corpo já estão contemplados na composição. Considerando o comprimento dos tubos efetivamente instalados em ramais e sub-ramais de água quente ou fria conforme informações contidas no caderno técnico das composições de instalações hidráulicas em PEX de 2017, conforme figura 14. É obtido um valor de custo de R\$ 8,98 para cada metro construído de tubulação.

Figura 14 - Esquemática da escolha do item 96794 da tabela SINAPI



Fonte: SINAPI - Cadernos Técnicos das Composições de Instalações Hidráulicas em PEX -Lote 2 (2017)

Tabela 3 - Item 96794 da tabela do SINAPI

96794 TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN 16, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FQ M							
RNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015							
I	38787 TUBO MONOCAMADA PEX, DN 16 MM	M	AS	1,0500000	6,25	6,56	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0290000	16,97	0,49	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0880000	21,94	1,93	
VÍNCULO : CAIXA REFERENCIAL							
MATERIAL : 7,14 79,4612795 %							
MAO DE OBRA : 1,84 20,5387205 %							
TOTAL COMPOSIÇÃO : 8,98 100,0000000 % - ORIGEM DE PREÇO: AS							

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

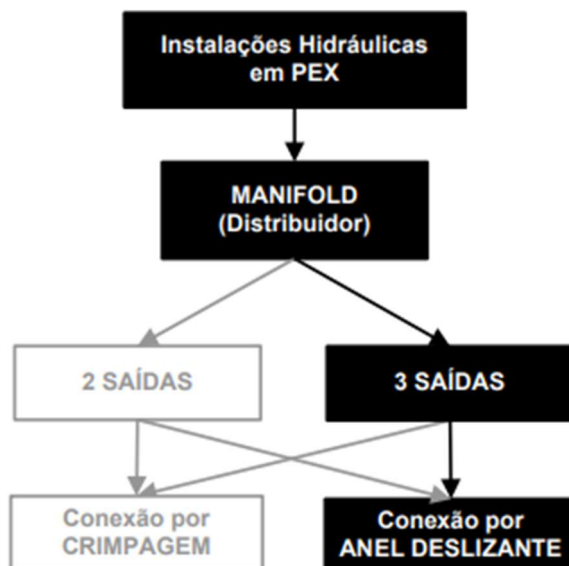
4.1.2 Distribuidor

Para a instalação do sistema PEX, é necessário a presença de um distribuidor, para o caso em estudo, é adotado um distribuidor com 3 saídas, metálico, para instalações em PEX, com entrada de 3/4" e 3 saídas de 1/2" feita por anel deslizante para instalação hidráulica de água a quente e fria, conforme tabela do SINAPI com código de referência 96874, conforme tabela 4. Esse item foi escolhido para satisfazer um caso genérico de utilização para ponto de consumo, visando também ao sistema de anel deslizante que é o método mais usual do mercado atual para esse setor, pois esse distribuidor atende as condições de forma eficiente os requisitos de uma instalação hidráulica.

Composto por: distribuidor metálico, com rosca, 3 saídas, dn 3/4" x 1/2", para conexão com anel deslizante em tubo pex; tampão / cap, rosca macho, para tubo pex, dn 3/4" ; fita veda rosca em rolos 18mmx50m. Além disso, são necessários 16 minutos e 48 segundos (0,280 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 50 minutos e 24 segundos (0,840 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico. Sendo assim, é obtido um valor de instalação de R\$ 95,75. Porém para efeito comparativo é necessário considerar o valor do distribuidor como um terço do valor representado na tabela do SINAPI com código 96874, R\$ 31,92 e 5 minutos e 36 segundos (0,0933 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 16 minutos e 48 segundos (0,28 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico, pois a comparação é feita baseada em um único ponto de consumo e esse distribuidor possui 3 saídas.

Para esquematizar a escolha do item para a utilização foi feita de acordo com o Caderno Técnico das Composições de Instalações Hidráulicas em PEX, conforme figura 15.

Figura 15 - Esquematização da escolha do item 96874 da tabela SINAPI



Fonte: SINAPI - Cadernos Técnicos das Composições de Instalações Hidráulicas em PEX - Lote 2 (2017)

Tabela 4 - Item 96874 da tabela do SINAPI

96874	DISTRIBUIDOR 3 SAÍDAS, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, ENTRADA DE 3/4"	UN					
	X 3 SAÍDAS DE 1/2", CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO						
	O . AF_06/2015						
I	3148 FITA VEDA ROSCA EM ROLOS DE 18 MM X 50 M (L X C)	UN	CR	0,4200000	16,59	6,96	
I	38836 TAMPÃO / CAP, ROSCA MACHO, PARA TUBO PEX, DN 3/4"	UN	AS	1,0000000	8,24	8,24	
I	38871 DISTRIBUIDOR METÁLICO, COM ROSCA, 3 SAÍDAS, DN 3/4" X 1/2", PARA CONEXÃO C UN	AS	AS	1,0000000	57,38	57,38	
	OM ANEL DESLIZANTE EM TUBO PEX						
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,2800000	16,97	4,75	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,8400000	21,94	18,42	
	MATERIAL :	78,09	81,5511655 %				
	MAO DE OBRA :	17,66	18,4488345 %				
	TOTAL COMPOSIÇÃO :	95,75	100,0000000 %				
							- ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

4.1.3 Conexão

No sistema PEX é necessário a conexão do distribuidor com a tubulação PEX, essa ligação pode ser feita pela “Conexão Fixa Fêmea, Metálica, para Instalações em PEX com diâmetro nominal de 20 mm e saída de 1/2”, fixação das conexões por Anel Deslizante, para aplicação em instalações hidráulicas de água fria e água quente” segundo o item 96812 da tabela do SINAPI, conforme tabela 5.

Segundo o Caderno Técnico das Composições de Instalações Hidráulicas em PEX de 2017 a execução se inicia inserindo o anel metálico deslizante na ponta do tubo, caso seja necessário é possível cortar parte do tubo para ajustar a medida através de um cortador de tubos. Depois disso, através do alicate alargador, executa-se a bolsa no tubo de maneira gradual, evitando assim deformações pontuais. Em sequência é introduzido a conexão na bolsa executada no tubo, tomando o cuidado de deixar um espaço de 2 mm entre o final do tubo e a conexão, e por final desliza-se o anel sobre a bolsa com ajuda da ferramenta de montagem, de maneira que o anel encoste na conexão.

Sendo obtido assim um valor de R\$ 17,09 para cada unidade deste item, com tempo de 3 minutos e 32,4 segundos (0,059 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 10 minutos e 37,2 segundos (0,177 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço.

Tabela 5 - Item 96812 da tabela do SINAPI

96812 CONEXÃO FIXA, ROSCA FÊMEA, METÁLICA, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 20 MM X 1 UN							
/2", COM ANEL DESLIZANTE. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 06/2015							
I	38846	CONEXAO FIXA, ROSCA FEMEA, METALICA, COM ANEL DESLIZANTE, DN 20 MM X 1/2", UN	AS	1,0000000	12,21	12,21	
PARA TUBO PEX							
C	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H CR	0,0590000	16,97	1,00	
C	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H C	0,1770000	21,94	3,88	
MATERIAL		:	13,36	78,1561950 %			
MAO DE OBRA		:	3,73	21,8438050 %			
TOTAL COMPOSIÇÃO		:	17,09	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS		

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

4.1.4 Kits Chassi

Para a ligação final do ponto de consumo de água, é necessário a instalação de kits de chassi, que consiste em uma estruturas metálicas pré-fabricadas que têm como função posicionar os pontos de consumo de água resistindo aos esforços de utilização do mesmo. Podendo ser encontrados destinados a uso em cozinha, chuveiro e área de serviço.

Durante o processo de execução do serviço de instalação dos kits de chassi, segundo o Caderno Técnico das Composições de Instalações Hidráulicas em PEX de 2017, deve-se verificar o correto posicionamento do kit chassi e derivações de modo que não venham a atrapalhar a instalação do quadro metálico após isso deve-se posicionar o quadro metálico junto aos montantes e fixar com o auxílio de parafusos e por último, realizar união das entradas do ramal aéreo de alimentação.

Nas considerações dos índices de produtividade, foi considerado que o auxiliar é responsável pelo transporte horizontal do material no andar de execução e os esforços de colocação de escadas e montagem de plataformas de trabalho com guarda-corpos estão contemplados na composição.

Para a avaliação econômica que será feita, foi considerada uma média dos kits de chassi (itens 96805, 96806 e 96807 existentes na tabela da SINAPI apresentados nas tabelas 6, 7 e 8) a fim de abranger uma maior variedade de opções de obras, sendo obtido assim um valor médio correspondente de R\$ 237,49 para cada unidade e um tempo médio de 15 minutos e 54 segundos (0,265 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 47 minutos e 40,8 segundos (0,79467 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço. A escolha dos kits chassi estão esquematizados na figura 16.

Figura 16 - Esquematização da escolha dos itens 96805, 96806 e 96807 da tabela SINAPI



Fonte: SINAPI - Adaptado do Cadernos Técnicos das Composições de Instalações Hidráulicas em PEX - Lote 2 (2017)

Tabela 6 - Item 96805 da tabela do SINAPI

96805	KIT CHASSI PEX, PRÉ-FABRICADO, PARA CHUVEIRO COM REGISTROS DE PRESSÃO E CONEXÕES POR ANEL DESLIZANTE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN				
I	39353 KIT CHUVEIRO PARA INSTALAÇÃO PEX, QUADRO METÁLICO COM 2 TRAVESSAS, SUPERIOR E INFERIOR COM ESPERA PARA CHUVEIRO E INFERIOR COM 2 REGISTROS DE PRESSÃO DE 1/2", LARGURA DE *390* MM X ALTURA DE *900* MM, PARA CONEXÃO COM ANEL DESLIZANTE (INCLUI REGISTROS PRESSÃO E TUBOS PEX COM CONEXÕES, SEM REGISTRO GAVETA, NÃO INCLUI CARENAGEM)	UN	AS	1,0000000	296,36	296,36
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,2160000	16,97	3,66
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,6470000	21,94	14,19
	MATERIAL	:		300,62	95,6739034 %	
	MAO DE OBRA	:		13,59	4,3260966 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		314,21	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 7 - Item 96806 da tabela do SINAPI

96806	KIT CHASSI PEX, PRÉ-FABRICADO, PARA COZINHA COM CUBA SIMPLES E CONEXÕES POR ANEL DESLIZANTE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN				
I	39357 KIT CHASSI COZINHA, CUBA SIMPLES SEM MAQUINA LAVAR LOUCA PARA INSTALAÇÃO PEX, QUADRO METÁLICO COM TRAVESSA COM FURO PARA ESGOTO DN 50 MM E Furos Superiores para água, largura *340* MM X ALTURA *650* MM, PARA CONEXÃO COM ANEL DESLIZANTE (INCLUI TUBOS E CONEXÕES PEX E TUBO E CONEXÃO ESGOTO, NÃO INCLUI CARENAGEM)	UN	AS	1,0000000	134,25	134,25
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1910000	16,97	3,24
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,5730000	21,94	12,57
	MATERIAL	:		138,03	91,9789306 %	
	MAO DE OBRA	:		12,03	8,0210694 %	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		150,06	100,0000000 %	= ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 8 - Item 96807 da tabela do SINAPI

	96807	KIT CHASSI PEX, PRÉ-FABRICADO, PARA ÁREA DE SERVIÇO COM TANQUE E MÁQUINA D	UN					
		E LAVAR ROUPA, E CONEXÕES POR ANEL DESLIZANTE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO.						
		AF 06/2015						
I	39355	KIT CHASSI TANQUE COM MAQUINA LAVAR ROUPA PARA INSTALACAO PEX, QUADRO META UN	AS	1,0000000	216,11		216,11	
		LICO COM TRAVESSA COM FURO PARA ESGOTO DN 50 MM, FURO LATERAL PARA MAQUINA						
		E FUIROS SUPERIORES PARA AGUA, LARGURA *344* MM X ALTURA *442* MM, PARA CO						
		NEXAO COM ANEL DESLIZANTE (INCLUI TUBOS E CONEXOES PEX E TUBO E CONEXAO ES						
		GOTO, NAO INCLUI CARENAGEM)						
C	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,3880000	16,97		6,58
C	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	1,1640000	21,94		25,53
		MATERIAL	:		223,76	90,1434559 %		
		MAO DE OBRA	:		24,46	9,8565441 %		
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:		248,22	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: AS	

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

4.1.5 Abraçadeiras (fixação)

Para fixação horizontal de tubos PEX é necessário o uso de abraçadeiras para realização dessa atividade. Para avaliação econômica foi utilizado o item da SINAPI fixação de tubos horizontais de PEX diâmetros iguais ou inferiores a 40 milímetros com abraçadeira plástica 390 mm, fixada em laje, código 91166, conforme tabela 9. Segundo o caderno técnico das composições para cortes fixações do SINAPI, para fixação de cada metro de tubulação PEX, são necessárias 1,587 abraçadeiras de nylon.

Sendo obtido assim um valor de R\$ 3,41 e tempo gasto de 36 segundos (0,01 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 4 minutos e 22,8 segundos (0,073 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico para cada metro construído de tubulação PEX.

Tabela 9 - Item 91166 da tabela do SINAPI

	91166	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PEX DIÂMETROS IGUAIS OU INFERIORES A 40 MM	M					
		COM ABRAÇADEIRA PLÁSTICA 390 MM, FIXADA EM LAJE. AF 05/2015						
I	408	ABRAÇADEIRA DE NYLON PARA AMARRACAO DE CABOS, COMPRIMENTO DE 390 X *4,6* M UN	CR	1,5870000	1,04		1,65	
		M						
C	88248	AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0100000	16,97		0,16
C	88267	ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,0730000	21,94		1,60
		MATERIAL	:		2,05	59,8802396 %		
		MAO DE OBRA	:		1,36	40,1197604 %		
		TOTAL COMPOSIÇÃO	:		3,41	100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR	

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

4.2 PVC

Serão detalhados as composições unitárias que compõem o sistema PVC.

4.2.1 Quantificação unitária do tubo de PVC

É considerado o tubo de PVC com diâmetro nominal de 25 mm para aplicação em instalações hidráulicas de água fria e com ligação das peças do tipo soldável, efetivamente instalados em ramal ou sub-ramal de água conforme esquematização (figura 17). Com código na tabela SINAPI 89356, como mostrado na tabela 10.

Segundo o Caderno Técnico de composições para instalações hidráulicas de água fria (tubos e conexões) do SINAPI 2017, nas considerações dos índices de produtividade, foi considerado que o auxiliar é responsável pelo transporte horizontal do material no andar de execução, perdas por resíduos foram consideradas, o uso de adesivo plástico e solução limpadora apenas nas conexões e os esforços de fixação provisória da instalação. Porém, esta composição não contempla as fixações finais das tubulações no teto ou parede, rasgos, cortes e chumbamentos, pois estes serviços já serão considerados na composição do item da tabela do SINAPI 89957, referente ao ponto de utilização de água, conforme tabela 16.

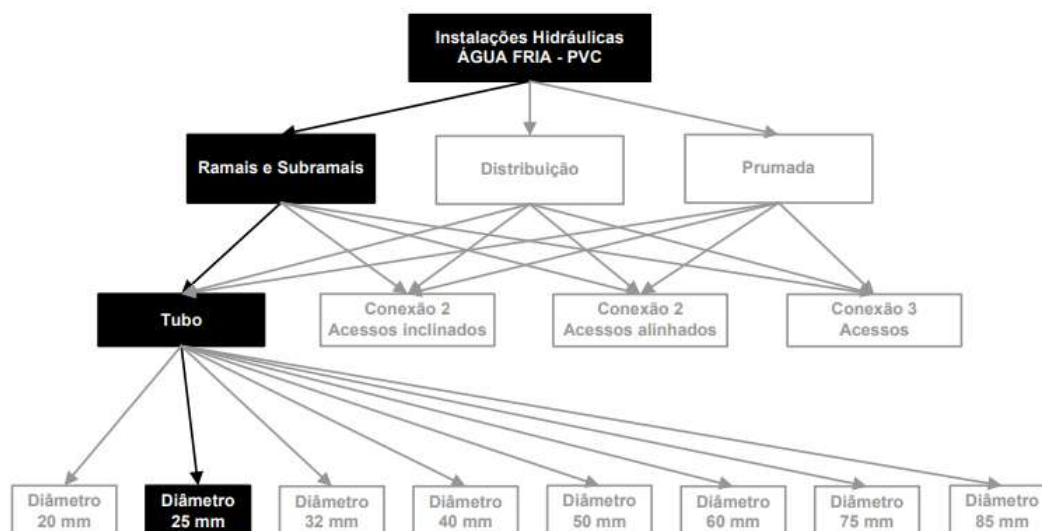
Segundo o item 89356 do SINAPI, são necessários 22 minutos e 8,4 segundos (0,3690 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 22 minutos e 8,4 segundos (0,3690 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico, para a tubulação de 25 milímetros por metro, gerando assim, um custo por metro de R\$ 19,83.

Tabela 10 - Item 89356 da tabela do SINAPI

89356 TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FO M						
RNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014						
I	9868 TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM, ÁGUA FRIA (NER-5648)	M	C	1,0610000	4,92	5,22
I	38383 LIXA D'ÁGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	CR	0,1230000	2,16	0,26
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,3690000	16,97	6,26
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,3690000	21,94	8,09
MATERIAL		:	9,07	45,7721518	%	
MAO DE OBRA		:	10,76	54,2278482	%	
TOTAL COMPOSIÇÃO		:	19,83	100,0000000	- ORIGEM DE PREÇO: CR	

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Figura 17 - Esquemática da escolha do item 89356 da tabela SINAPI



Fonte: SINAPI - Caderno técnico de composições para instalações hidráulicas de água fria (tubo e conexões) - lote 2 (2017)

4.2.2 Composição dos custos do PVC

O valor do ponto de uso do PVC é calculado segundo o SINAPI com a composição de: Tubo PVC soldável com diâmetro nominal de 25 milímetros; Joelho 90°; Joelho de 90° com bucha de latão com diâmetro nominal de 25 milímetros por $\frac{3}{4}$ "; Tê; Rasgo em alvenaria para embutimento de tubulação de ramais e distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40 milímetros; Chumbamento linear em alvenaria para fixação de tubulação de ramais e distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40 milímetros. Mostrados nas tabelas 11, 12, 13, 14, 15.

Para o cálculo da composição final, é somado todas as respectivas partes que compõem o item da tabela do SINAPI 89957, conforme tabela 16. Sendo assim, é obtido um valor de R\$ 124,93 e um tempo de 1 hora 35 minutos e 5,64 segundos (1,5849 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 3 horas 8 minutos e 14,64 segundos (3,1374 horas) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço.

Tabela 11 - Item 89362 da tabela do SINAPI

89362	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL D	UN					
	E ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
I	122 ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM *850* GR	UN	CR	0,0070000	53,47	0,37	
I	3529 JOELHO PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	CR	1,0000000	0,97	0,97	
I	20083 SOLUCAO PREPARADORA / LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	UN	CR	0,0080000	60,58	0,48	
I	38383 LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	CR	0,0500000	2,16	0,10	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1500000	16,97	2,54	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1500000	21,94	3,29	
	MATERIAL :	3,38		43,6363636 %			
	MAO DE OBRA :	4,37		56,3636364 %			
	TOTAL COMPOSIÇÃO :	7,75		100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR		

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 12 - Item 89366 da tabela do SINAPI

89366	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 3/4 INSTALA	UN					
	DO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
I	122 ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM *850* GR	UN	CR	0,0070000	53,47	0,37	
I	3524 JOELHO PVC, SOLDAVEL, COM BUCHA DE LATAO, 90 GRAUS, 25 MM X 3/4", PARA AGU UN	UN	CR	1,0000000	9,60	9,60	
	A FRIA PREDIAL						
I	20083 SOLUCAO PREPARADORA / LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	UN	CR	0,0080000	60,58	0,48	
I	38383 LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	CR	0,0500000	2,16	0,10	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1500000	16,97	2,54	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1500000	21,94	3,29	
	MATERIAL :	12,03		73,4231476 %			
	MAO DE OBRA :	4,35		26,5768524 %			
	TOTAL COMPOSIÇÃO :	16,38		100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR		

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 13 - Item 89395 da tabela do SINAPI

89395	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORN	UN					
	ECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
I	122 ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM *850* GR	UN	CR	0,0110000	53,47	0,58	
I	7139 TE SOLDAVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	CR	1,0000000	1,64	1,64	
I	20083 SOLUCAO PREPARADORA / LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	UN	CR	0,0120000	60,58	0,72	
I	38383 LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	CR	0,0750000	2,16	0,16	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,2000000	16,97	3,39	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,2000000	21,94	4,38	
	MATERIAL :	5,04		46,4384828 %			
	MAO DE OBRA :	5,83		53,5615172 %			
	TOTAL COMPOSIÇÃO :	10,87		100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR		

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 14 - Item 90443 da tabela do SINAPI

90443	RASGO EM ALVENARIA PARA RAMAIS/ DISTRIBUIÇÃO COM DIAMETROS MENORES OU IGUA	M					
	IS A 40 MM. AF_05/2015						
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0700000	16,97	1,18	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,4490000	21,94	9,85	
	MATERIAL :	2,51		22,7894257 %			
	MAO DE OBRA :	8,52		77,2105743 %			
	TOTAL COMPOSIÇÃO :	11,03		100,0000000 %	- ORIGEM DE PREÇO: CR		

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 15 - Item 90466 da tabela do SINAPI

90466	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA PARA RAMAIS/DISTRIBUIÇÃO COM DIÂMETROS MEN	M					
	ORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015						
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0550000	16,97	0,93	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,3910000	21,94	8,57	
C	88629 ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA), PREPARO MA M3		CR	0,0030000	529,02	1,58	
	NUAL. AF_08/2019						
	MATERIAL	:		3,39	30,6010928 %		
	MAO DE OBRA	:		7,69	69,3989072 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		11,08	100,0000000 %		- ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 16 - Item 89957 da tabela do SINAPI

89957	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA FRIA (SUBRAMAL) COM TUBULAÇÃO DE PVC, DN	UN					
	25 MM, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA, INCLUSOS RASGO E CHUMBAMENTO EM ALVENA						
	RIA. AF_12/2014						
C	89356 TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FO M		CR	2,1400000	19,83	42,43	
	RNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	89362 JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL D UN		CR	1,1800000	7,75	9,14	
	E ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	89366 JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 3/4 INSTALA UN		CR	1,0000000	16,38	16,38	
	DO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	89395 TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORN UN		CR	0,8900000	10,87	9,67	
	ECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	90443 RASGO EM ALVENARIA PARA RAMAIS/ DISTRIBUIÇÃO COM DIÂMETROS MENORES OU IGUA M		CR	2,1400000	11,03	23,60	
	IS A 40 MM. AF_05/2015						
C	90466 CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA PARA RAMAIS/DISTRIBUIÇÃO COM DIÂMETROS MEN M		CR	2,1400000	11,08	23,71	
	ORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015						
	MATERIAL	:		52,44	41,9761059 %		
	MAO DE OBRA	:		72,49	58,0238941 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		124,93	100,0000000 %		- ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

4.3 CPVC

Serão detalhados as composições unitárias que compõem o sistema CPVC.

4.3.1 Quantificação unitária do tubo de CPVC

Para o CPVC o custo equivalente a um metro de tubulação é de R\$ 33,83, conforme composição da tabela do SINAPI referente ao item 89634 (“tubo, cpvc, soldável, dn 22 mm, instalado em ramal ou sub-ramal de água - fornecimento e instalação. af_12/2014”), sendo considerado diâmetro nominal do tubo de 22 milímetros para aplicação em ramais de instalações hidráulicas de água quente, de acordo com a tabela 17.

Segundo o caderno técnico de composições para água quente - tubos e conexões, para o levantamento dos índices de produtividade, foi considerado que o auxiliar é responsável pelo transporte horizontal do material no andar de execução do serviço, foram consideradas perdas por resíduos, a utilização de adesivo plástico apenas nas conexões, foi considerado o esforço de fixação provisória da instalação e o esforço para colocação de escadas ou plataformas de trabalho com guarda-corpo. Nos coeficientes de produtividade desta composição não está incluso as fixações finais das tubulações no teto e parede; passantes em lajes; rasgos e cortes; chumbamentos. Para tais atividades, utiliza-se a composição específica de cada serviço.

São necessários 20 minutos e 20,4 segundos (0,3390 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 20 minutos e 20,4 segundos (0,3390 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico, para a tubulação de 22 milímetros para a realização desse serviço por metro.

Tabela 17 - Item 89634 da tabela do SINAPI

89634	TUBO, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - F	M					
ORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014							
I	21124 TUBO CPVC, SOLDAVEL, 22 MM, AGUA QUENTE PREDIAL (NBR 15884)	M	AS	1,0610000	19,47	20,65	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,3390000	16,97	5,75	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,3390000	21,94	7,43	
	MATERIAL	:		23,98	70,8654417	%	
	MAO DE OBRA	:		9,85	29,1345583	%	
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		33,83	100,0000000	%	- ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

4.3.2 Composição dos custos do CPVC

O valor do ponto de uso do CPVC é calculado segundo o SINAPI com a composição de: Tubo CPVC soldável com diâmetro nominal de 22 milímetros ; Joelho 90°; Joelho de transição 90° com diâmetro nominal de 22 milímetros por ¾"; Tê; Rasgo em alvenaria para embutimento de tubulação de ramais e distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40 milímetros; Chumbamento linear em alvenaria para fixação de tubulação de ramais e distribuição com diâmetros menores ou iguais a 40 milímetros. Mostrados nas tabelas 18,19, 20, 21, 22.

Para o cálculo da composição final, é somado todas as respectivas partes que compõem o item da tabela do SINAPI 89959, conforme tabela 23. Sendo assim, é obtido um valor de R\$ 206,53 e um tempo de 1 hora 51 minutos e 10,8 segundos (1,8530 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 3 horas 48 minutos e 15,84 segundos (3,8044 horas) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço.

Tabela 18 - Item 89641 da tabela do SINAPI

89641	JOELHO 90 GRAUS, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN					
I	21114 ADESIVO PARA TUBOS CPVC, *75* G	UN	CR	0,0800000	27,42	2,19	
I	37956 JOELHO CPVC, SOLDÁVEL, 90 GRAUS, 22 MM, PARA AGUA QUENTE	UN	AS	1,0000000	4,17	4,17	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1380000	16,97	2,34	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1380000	21,94	3,02	
	MATERIAL	:		7,71	65,7510730 %		
	MAO DE OBRA	:		4,01	34,2489270 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		11,72	100,0000000 %		- ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 19 - Item 89645 da tabela do SINAPI

89645	JOELHO DE TRANSIÇÃO, 90 GRAUS, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM X 3/4", INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN					
I	21114 ADESIVO PARA TUBOS CPVC, *75* G	UN	CR	0,0530000	27,42	1,45	
I	38430 JOELHO DE TRANSIÇÃO, CPVC, SOLDÁVEL, 90 GRAUS, 22 MM X 3/4", PARA AGUA QUE NTE	UN	AS	1,0000000	17,98	17,98	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1090000	16,97	1,84	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1090000	21,94	2,39	
	MATERIAL	:		20,52	86,6892752 %		
	MAO DE OBRA	:		3,14	13,3107248 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		23,66	100,0000000 %		- ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 20 - Item 89697 da tabela do SINAPI

89697	TE, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF 12/2014	UN					
I	21114 ADESIVO PARA TUBOS CPVC, *75* G	UN	CR	0,0120000	27,42	0,32	
I	38010 TE CPVC, SOLDÁVEL, 90 GRAUS, 22 MM, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	UN	AS	1,0000000	4,88	4,88	
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,1830000	16,97	3,10	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,1830000	21,94	4,01	
	MATERIAL	:		6,98	56,6530613 %		
	MAO DE OBRA	:		5,33	43,3469387 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		12,31	100,0000000 %		- ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 21 - Item 90443 da tabela do SINAPI

90443	RASGO EM ALVENARIA PARA RAMAIS/ DISTRIBUIÇÃO COM DIAMETROS MENORES OU IGUAIS A 40 MM. AF 05/2015	M					
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0700000	16,97	1,18	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,4490000	21,94	9,85	
	MATERIAL	:		2,51	22,7894257 %		
	MAO DE OBRA	:		8,52	77,2105743 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		11,03	100,0000000 %		- ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 22 - Item 90466 da tabela do SINAPI

90466	CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA PARA RAMAIS/DISTRIBUIÇÃO COM DIÂMETROS MEN	M					
	ORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015						
C	88248 AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	CR	0,0550000	16,97	0,93	
C	88267 ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	C	0,3910000	21,94	8,57	
C	88629 ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA), PREPARO MA M3		CR	0,0030000	529,02	1,58	
	NUAL. AF_08/2019						
	MATERIAL	:		3,39	30,6010928 %		
	MAO DE OBRA	:		7,69	69,3989072 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		11,08	100,0000000 %		ORIGEM DE PREÇO: CR

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

Tabela 23 - Item 89959 da tabela do SINAPI

89959	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA QUENTE (SUBRAMAL) COM TUBULAÇÃO DE CPVC,	UN					
	DN 22 MM, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA, INCLUSOS RASGO E CHUMBAMENTO EM ALV						
	ENARIA. AF_12/2014						
C	89634 TUBO, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - F M	AS		2,6900000	33,83	91,00	
	ORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	89641 JOELHO 90 GRAUS, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL	UN	AS	2,5600000	11,72	30,00	
	DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	89645 JOELHO DE TRANSIÇÃO, 90 GRAUS, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM X 3/4", INSTALADO E UN	AS		0,6700000	23,66	15,85	
	M RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	89697 TE, CPVC, SOLDÁVEL, DN 22MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FOR UN	AS		0,8300000	12,31	10,21	
	NECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014						
C	90443 RASGO EM ALVENARIA PARA RAMAIS/ DISTRIBUIÇÃO COM DIÂMETROS MENORES OU IGUA	M	CR	2,6900000	11,03	29,67	
	IS A 40 MM. AF_05/2015						
C	90466 CHUMBAMENTO LINEAR EM ALVENARIA PARA RAMAIS/DISTRIBUIÇÃO COM DIÂMETROS MEN	M	CR	2,6900000	11,08	29,80	
	ORES OU IGUAIS A 40 MM. AF_05/2015						
	MATERIAL	:		119,63	57,9226983 %		
	MAO DE OBRA	:		86,90	42,0773017 %		
	TOTAL COMPOSIÇÃO	:		206,53	100,0000000 %		ORIGEM DE PREÇO: AS

Fonte: Tabela SINAPI impostos não desonerados (Janeiro 2022)

5 COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS

Para efeitos comparativos, será adotado uma instalação de ponto de utilização em PVC, CPVC e PEX. Para tentar aproximar os métodos e ter uma visão mais realista será adotado uma composição para o PEX tanto em água fria quanto em água quente, conforme os quadros 3 e 4, se adequando ao estilo de instalação aplicado no item da SINAPI 89957 e 89959. Para isso será considerado 2,14 metros de fixação por abraçadeiras e tubulação de PEX na instalação de água fria e 2,69 metros na instalação de água quente, pois para PVC e CPVC foram utilizadas as respectivas metragens. Esses índices foram considerados para efeito comparativo econômico, mesmo o PEX eliminando conexões e sendo flexível, necessitando assim, em alguns casos um menor comprimento do que os materiais citados acima.

Quadro 3 - Composição do item ponto de consumo terminal de água fria com tubulação PEX

Código	Banco	Descrição do serviço	Und	Quantidade	Valor Unitário	Total
	Próprio	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA FRIA COM TUBULAÇÃO PEX, DN 16MM INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA	un	1,00		313,01
96794	SINAPI	TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN 16, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	m	2,14	8,98	19,22
96874	SINAPI	DISTRIBUIDOR 3 SAÍDAS, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, ENTRADA DE 3/4" X 3 SAÍDAS DE 1/2", CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO . AF_06/2015	un	0,33	95,75	31,92
96812	SINAPI	CONEXÃO FIXA, ROSCA FÊMEA, METÁLICA, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 20 MM X 1/2", COM ANEL DESLIZANTE. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	un	1,00	17,09	17,09
96805 96806 96807	SINAPI	MÉDIA DOS KITS CHASSI	un	1,00	237,49	237,49
91166	SINAPI	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PEX DIÂMETROS IGUAIS OU INFERIORES A 40 MM COM ABRAÇADEIRA PLÁSTICA 390 MM, FIXADA EM LAJE. AF_05/2015	m	2,14	3,41	7,30

Fonte: O Autor (2022)

Quadro 4 - Composição do item ponto de consumo terminal de água quente com tubulação PEX

Código	Banco	Descrição do serviço	Und	Quantidade	Valor Unitário	Total
	Próprio	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA QUENTE COM TUBULAÇÃO PEX, DN 16MM INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA	un	1,00		319,83
96794	SINAPI	TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN 16, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	m	2,69	8,98	24,16
96874	SINAPI	DISTRIBUIDOR 3 SAÍDAS, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, ENTRADA DE 3/4" X 3 SAÍDAS DE 1/2", CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO . AF_06/2015	un	0,33	95,75	31,92
96812	SINAPI	CONEXÃO FIXA, ROSCA FÊMEA, METÁLICA, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 20 MM X 1/2", COM ANEL DESLIZANTE. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	un	1,00	17,09	17,09
96805 96806 96807	SINAPI	MÉDIA DOS KITS CHASSI	un	1,00	237,49	237,49
91166	SINAPI	FIXAÇÃO DE TUBOS HORIZONTAIS DE PEX DIAMETROS IGUAIS OU INFERIORES A 40 MM COM ABRAÇADEIRA PLÁSTICA 390 MM, FIXADA EM LAJE. AF_05/2015	m	2,69	3,41	9,17

Fonte: O Autor (2022)

5.1 PEX VERSUS PVC

Considerando instalações hidráulicas de água fria, para o sistema PVC, segundo o item 89957, conforme tabela 16, é obtido um valor de R\$ 124,93 e um tempo de 1 hora 35 minutos e 5,64 segundos (1,5849 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 3 horas 8 minutos e 14,64 segundos (3,1374 horas) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço. Levando em consideração 2,14 metros de tubulação, rasgo e chumbamento, uma unidade do joelho de 90° com bucha de latão, 0,89 do valor unitário do Tê de PVC e 1,18 do valor integral do joelho de 90°, pois essas são as quantidades mínimas necessárias para instalação de um ponto de água com tubulação em PVC, de acordo com o item da SINAPI 89957.

Para o sistema PEX, é considerado uma composição que atende aos requisitos mínimos de instalação desse modelo de forma que seja possível compará-lo com o PVC, é

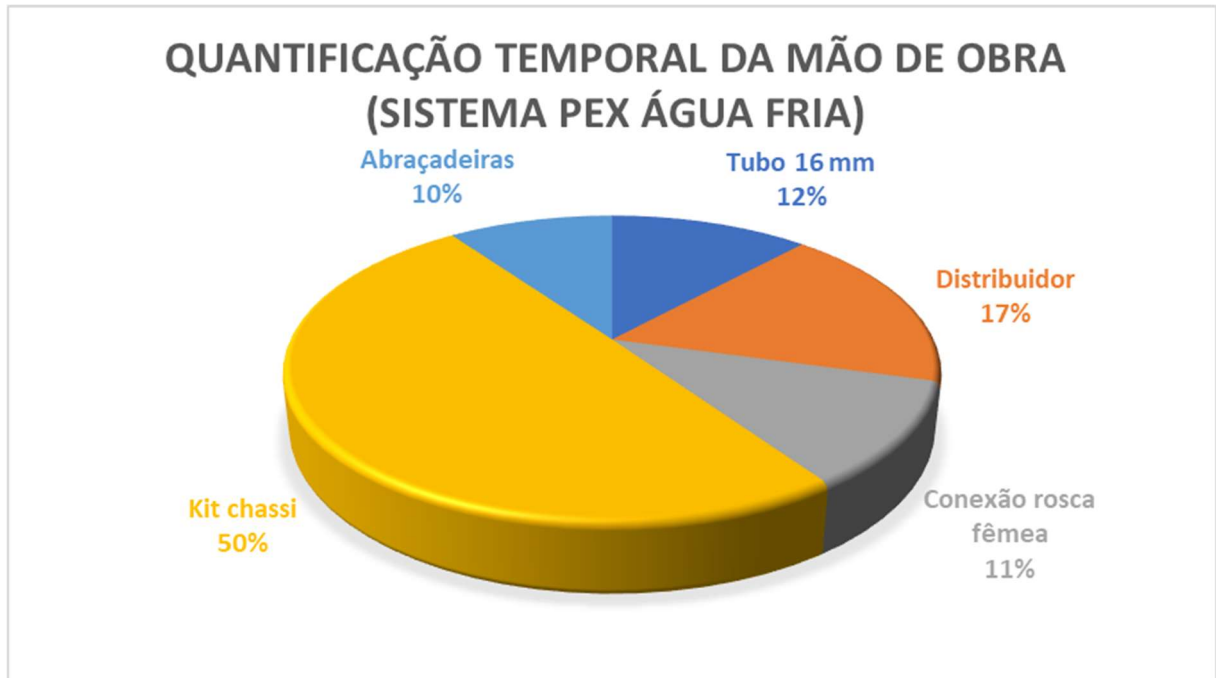
adotado levando em conta 2,14 metros de tubos de PEX com 16 milímetros de diâmetro nominal, um terço do valor unitário do distribuidor, uma conexão rosca fêmea, uma média dos kits chassi e 2,14 de valor unitário do item fixação por abraçadeira. Com essas informações é possível obter um valor de R\$ 313,01 e um tempo de 30 minutos e 2,74 segundos (0,50076 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 1 hora 35 minutos e 46,36 segundos (1,59621 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço, levando em conta todos os coeficientes explicitados no quadro 3, para aplicação em cada item tanto em questão monetária quanto em relação ao tempo.

Para uma melhor visualização e compreensão da quantificação temporal da mão de obra utilizada nos sistemas, foi feito um gráfico mostrando para cada item dentro da composição do ponto de consumo de água fria, PEX e PVC, as influências, tempo gasto em forma de porcentagem, conforme as figuras 18 e 19.

Além disso, foram feitos gráficos mostrando a divisão em forma de porcentagem dos valores monetários de todos os itens que fazem parte das composições de PEX para água fria e PVC, conforme as figuras 20 e 21.

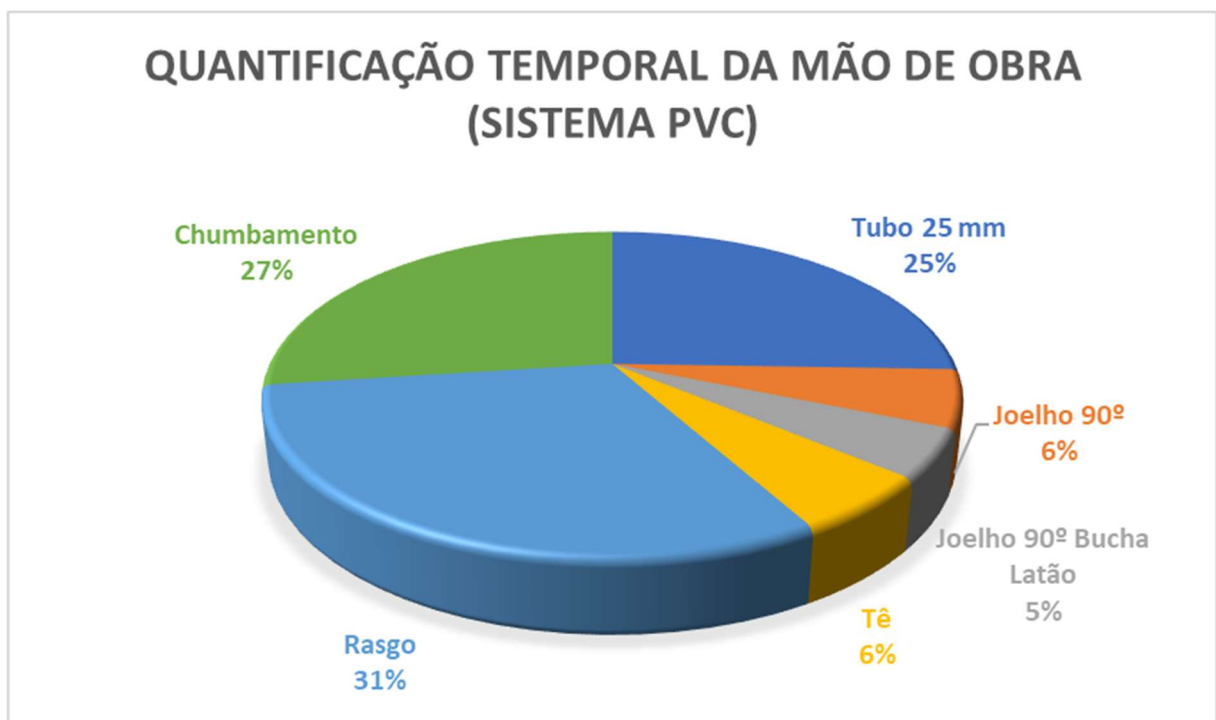
Visto a diferença descomunal entre os valores gastos em mão de obra e material nos sistemas de PEX para água fria e PVC, foi elaborado um gráfico para os dois métodos mostrando em porcentagem os valores referentes aos gastos nesses quesitos, conforme as figuras 22 e 23.

Figura 18 - Quantificação temporal da mão de obra no sistema PEX (água fria)



Fonte: O Autor (2022)

Figura 19 - Quantificação temporal da mão de obra no sistema PVC



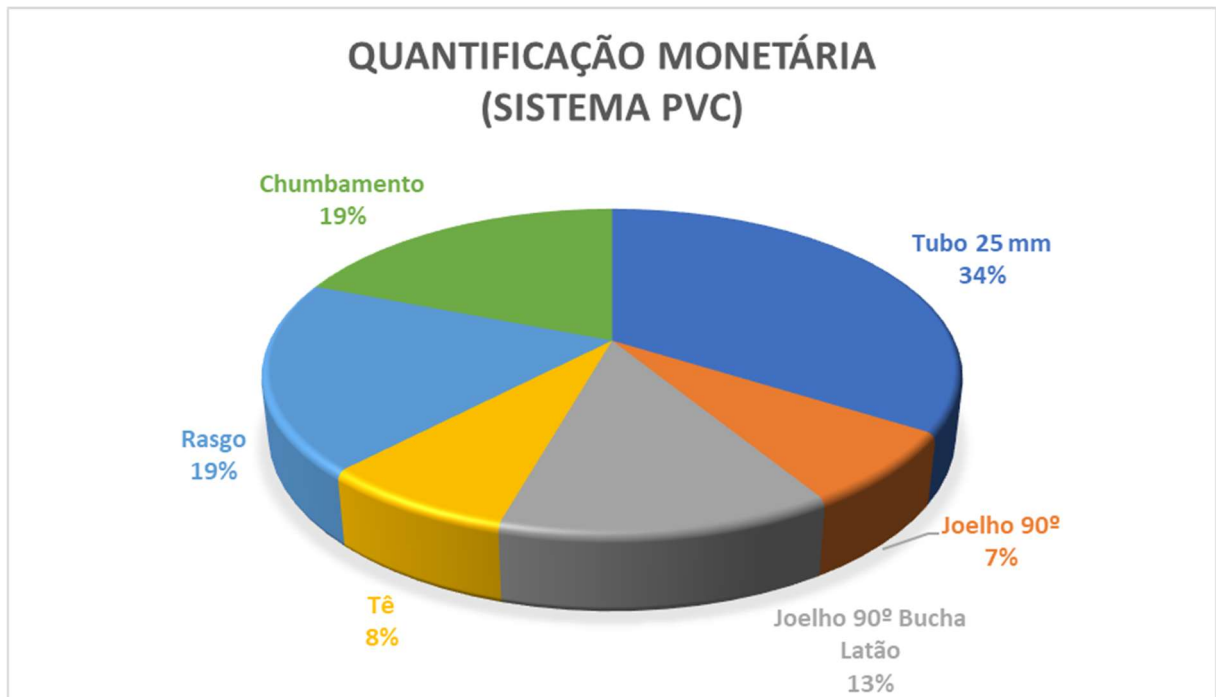
Fonte: O Autor (2022)

Figura 20 - Quantificação monetária do sistema PEX (água fria)



Fonte: O Autor (2022)

Figura 21 - Quantificação monetária do sistema PVC



Fonte: O Autor (2022)

Figura 22 - Comparativo de custo do sistema PEX (água fria)



Fonte: O Autor (2022)

Figura 23 - Comparativo de custo do sistema PVC



Fonte: O Autor (2022)

5.2 PEX VERSUS CPVC

Considerando instalações hidráulicas de água quente, para o sistema CPVC, segundo o item 89959, conforme tabela 23, é gasto R\$206,56 e um tempo de 1 hora 51 minutos e 10,8 segundos (1,8530 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 3 horas 48 minutos e 15,84 segundos (3,8044 horas) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço. Levando em consideração 2,69 metros de tubulação, rasgo e chumbamento, 2,56 do valor de uma unidade do joelho de 90° de CPVC; 0,67 do valor unitário do joelho de transição de CPVC e 0,83 do valor integral do Tê de CPVC, pois essas são as quantidades mínimas necessárias para instalação de um ponto de água com tubulação em PVC, de acordo com o item da SINAPI 89959.

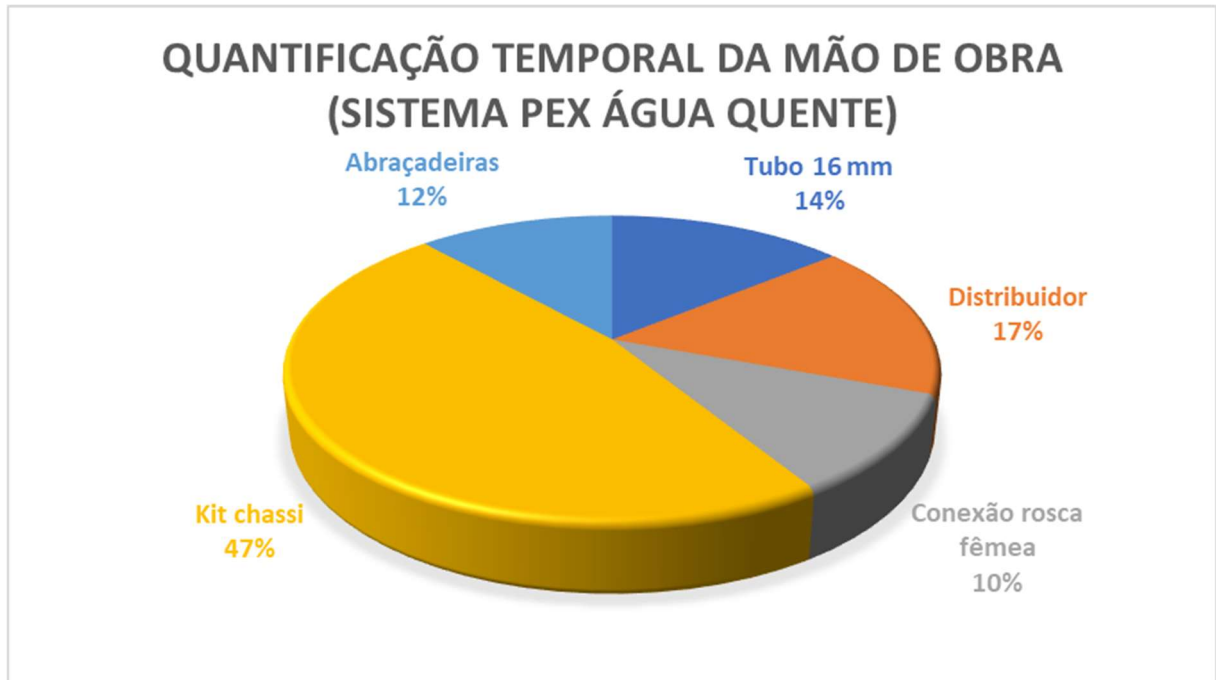
Para o sistema PEX, é considerado uma composição que atende aos requisitos mínimos de instalação desse modelo de forma que seja possível compará-lo com o CPVC, é adotado levando em conta 2,69 metros de tubos de PEX com 16 milímetros de diâmetro nominal, um terço do valor unitário do distribuidor, uma conexão rosca fêmea, uma média dos kits chassi e 2,69 de valor unitário da fixação por abraçadeira. Com essas informações é possível obter um valor de R\$ 319,51 e um tempo de 31 minutos e 19,96 segundos (0,52221 hora) de auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e 1 hora 41 minutos e 5,14 segundos (1,68476 hora) de encanador ou bombeiro hidráulico para a execução deste serviço, levando em conta todos os coeficientes explicitados no quadro 4, para aplicação em cada item tanto em questão monetária quanto em relação ao tempo.

Para uma melhor visualização e compreensão da quantificação temporal da mão de obra utilizada nos sistemas, foi feito um gráfico mostrando para cada item dentro da composição do ponto de consumo de água quente, PEX e CPVC, as influências, tempo gasto em forma de porcentagem, conforme as figuras 24 e 25.

Além disso, foram feitos gráficos mostrando a divisão em forma de porcentagem dos valores monetários de todos os itens que fazem parte das composições de PEX para água quente e CPVC, conforme as figuras 26 e 27.

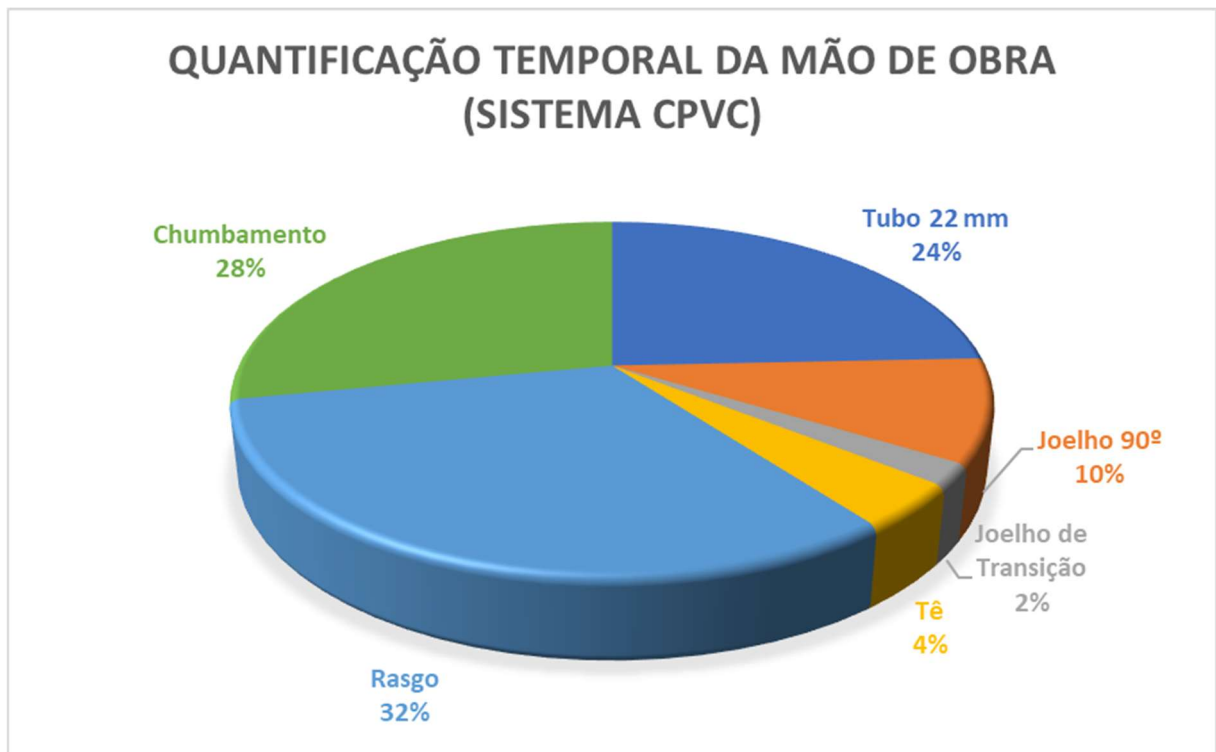
Visto a diferença descomunal entre os valores gastos em mão de obra e material nos sistemas de PEX para água quente e CPVC, foi elaborado um gráfico para os dois métodos mostrando em porcentagem os valores referentes aos gastos nesses quesitos, conforme as figuras 28 e 29.

Figura 24 - Quantificação temporal da mão de obra no sistema PEX (água quente)



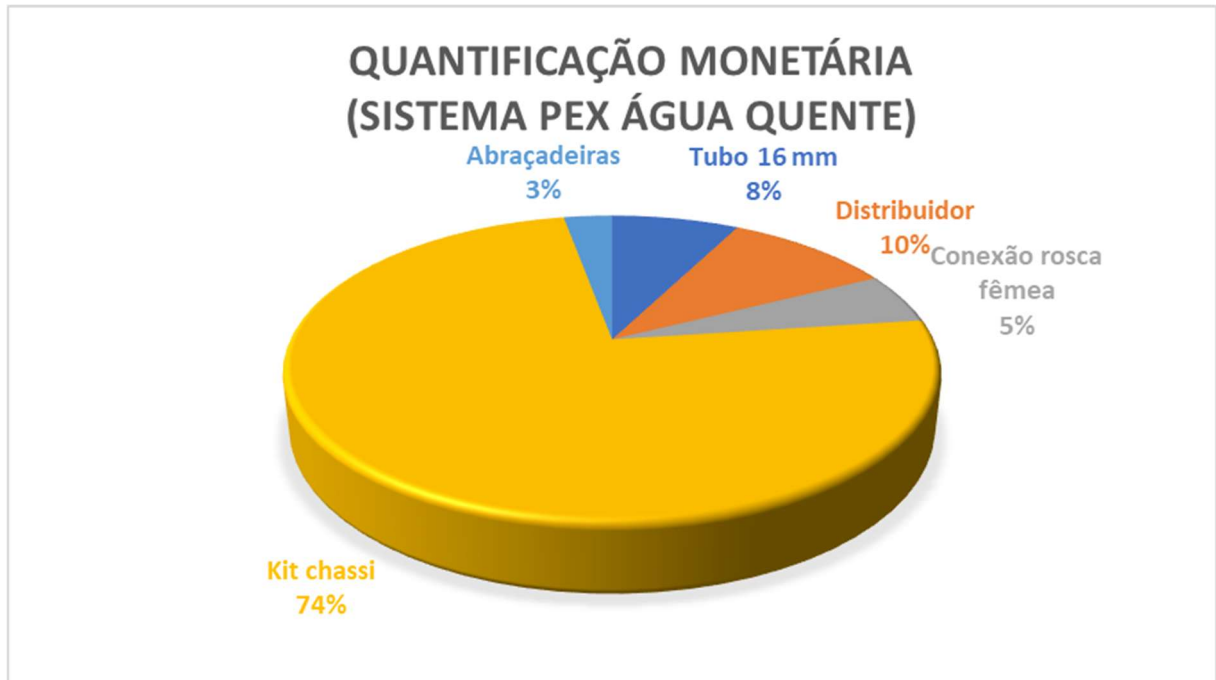
Fonte: O Autor (2022)

Figura 25 - Quantificação temporal da mão de obra no sistema CPVC



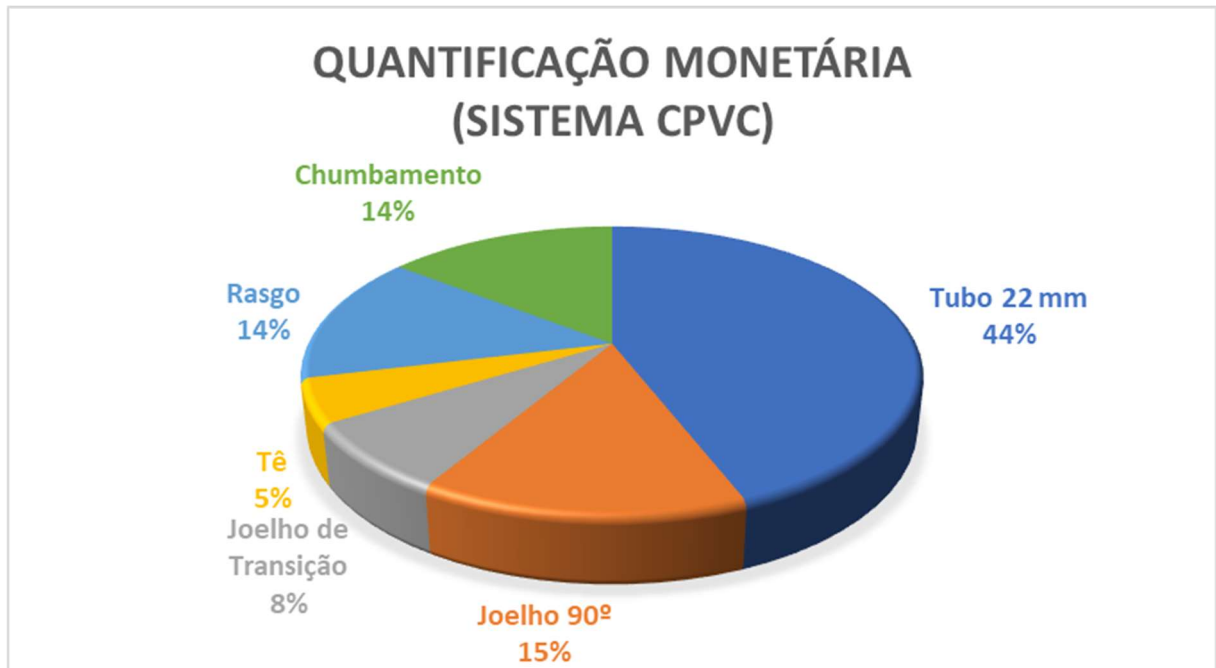
Fonte: O Autor (2022)

Figura 26 - Quantificação monetária do sistema PEX (água quente)



Fonte: O Autor (2022)

Figura 27 - Quantificação monetária do sistema CPVC



Fonte: O Autor (2022)

Figura 28 - Comparativo de custo do sistema PEX (água quente)



Fonte: O Autor (2022)

Figura 29 - Comparativo de custo do sistema CPVC



Fonte: O Autor (2022)

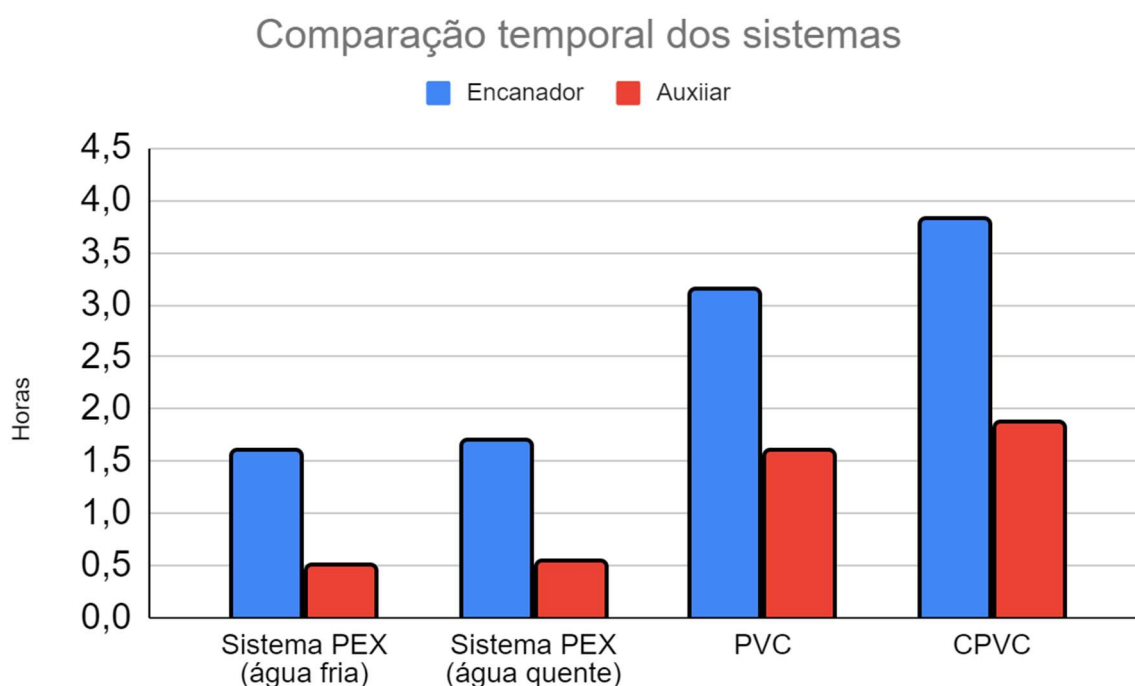
5.3 PEX VERSUS PVC VERSUS CPVC

De acordo com os valores encontrados é possível a confecção de um gráfico, para efeitos comparativos, ilustrando o tempo gasto para o serviço do auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico e do encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico nos sistemas de PVC, CPVC E PEX (água fria e quente), conforme a figura 30

Outro fator importante e que é mensurável e que pode ser gerado um gráfico é o valor em reais da instalação do terminal de consumo de água, fria ou quente, nos sistemas de PVC, CPVC e PEX (água fria e quente), conforme a figura 31

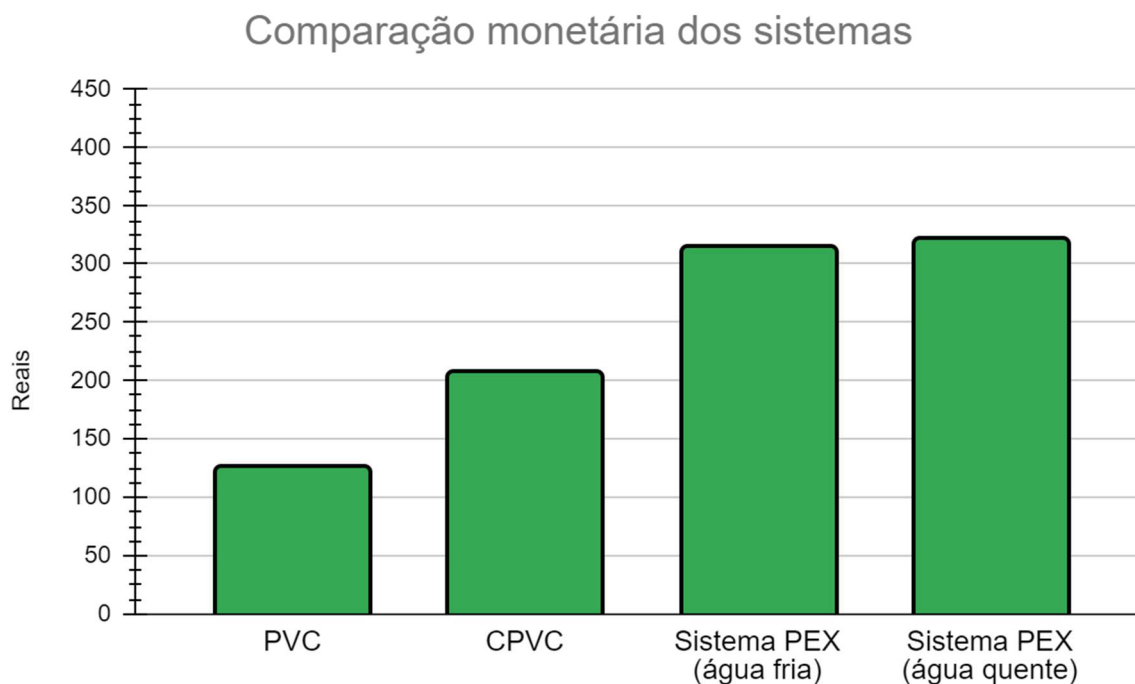
Esses gráficos servem para ilustrar e representar com uma maior clareza os dados já apresentados sobre os sistemas, a fim de efeito comparativo tanto na questão dos custos quanto na questão do tempo gasto para a realização dos serviços.

Figura 30 - Comparativo temporal dos sistemas PVC, CPVC, PEX (água fria e quente) em horas



Fonte: O Autor (2022)

Figura 31 - Comparativo monetário dos sistemas PVC, CPVC, PEX (água fria e quente) em reais



Fonte: O Autor (2022)

5.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE OS SISTEMAS

A partir dos dados obtidos é possível comparar de forma mais qualificada e quantitativa dos sistemas. Primeiramente, em questão monetária é possível notar que o PEX não leva vantagem, devido a ser mais oneroso, em relação ao PVC 150,5% e ao CPVC 54,7%, levando em conta o PEX para água fria e quente respectivamente.

Comparando inicialmente apenas os materiais envolvidos, é visto que o sistema PEX, para água fria e quente, possuem um custo desproporcional, correspondendo a 89% do total, 278,58 e 284,36 reais respectivamente, correspondendo a mais de 5 vezes o valor em PVC e CPVC, que são 52,47 e 86,76 reais. Mesmo o valor da tubulação em PEX sendo muito abaixo do valor dos modelos tradicionais, 2,2 vezes aproximadamente mais barato que o PVC e 3,77 vezes menos oneroso que o CPVC, os kits chassi são responsáveis por encarecer muito a parte de material para o sistema PEX, correspondendo em média a 75% do valor total do ponto de consumo. Lembrando que foi adotado uma média de todos os kits chassi em PEX disponíveis (com instalação feita por método ponto a ponto utilizando anel deslizante) na tabela do

SINAPI, visando abranger uma maior variedade de possibilidades, porém como o mercado vem se especializando cada vez mais, podem existir casos mais isolados onde são utilizados kits de chassi mais baratos, possibilitando um menor custo do sistema, como por exemplo na cozinha, onde o valor do kit é menos oneroso. Além disso, existe a possibilidade de uma obra com maior metragem de tubulação para realização da instalação dos pontos terminais de consumo de água, nessa situação o valor total do sistema PEX é proporcionalmente mais viável devido ao menor custo de instalação por metro de tubo de PEX comparado aos demais modelos e maior produtividade por metro construído.

Levando em consideração a mão de obra, é possível notar que o sistema PEX para água fria e quente leva uma vantagem significativa, custando para esses sistemas cerca de apenas R\$ 35, enquanto o PVC e CPVC gastam 72 e 120 reais respectivamente. Mostrando que o PEX é pelo menos 50% mais barato em relação ao custo envolvido na mão de obra do serviço de instalação de um terminal de consumo de água, seja ela quente ou fria. Isso acontece, em decorrência do tempo gasto nos serviços para o PEX (água fria e quente) em comparação com o PVC e CPVC respectivamente. Sendo o PEX 96,55% mais rápido que o PVC e 125,81% mais rápido que o CPVC em relação ao tempo de serviço encanador ou bombeiro hidráulico. Para o auxiliar de encanador ou auxiliar de bombeiro hidráulico a diferença é de 216,50% e 254,84% mais rápido para o sistema PEX (água fria e quente). Essa produtividade excedente, menor quantidade de horas trabalhadas, do sistema PEX é o que gera o menor custo com mão de obra.

Mesmo sendo considerado o PEX como água fria e quente como dois modelos distintos, é possível observar que são os mesmos itens dentro da composição, conforme visto nos quadros 3 e 4. Isso ocorre devido ao item da SINAPI referente à instalação de terminal de consumo de água em PVC e CPVC, que consideram os serviços em 2,14 metros e 2,69 metros para tubulação, rasgo e chumbamento. Para uma maior adequação do PEX, que gera um efeito comparativo mais qualificado, aos itens da SINAPI 89957 e 89959, foram considerados diferentes tamanhos de tubulação e fixação por abraçadeiras para água fria e quente, usando as metragens estabelecidas pelo PVC e CPVC.

6 CONCLUSÃO

Com a evolução do mercado da construção civil no Brasil, novas tecnologias e modelos de produção são necessários para conseguir acompanhar essa crescente demanda de forma mais específica e eficiente. Nesse cenário o PEX ganha força frente aos materiais amplamente utilizados no mercado, como o PVC e CPVC, visto que com sua simplicidade no processo de execução ponto a ponto, que utiliza um número reduzido de conexões devido a sua flexibilidade, funcionando tanto para água quente como para água fria e ganha produtividade, atendendo assim às exigências do mercado de obras com prazo de execução reduzido.

O presente trabalho teve por objetivo consolidar o conhecimento e comparar o sistema PEX em questão monetária e temporal frente aos modelos já consolidados no mercado brasileiro, PVC e CPVC. Frente aos dados obtidos, foi possível fazer ilações econômicas e produtivas sobre os modelos.

Através dos estudos realizados neste trabalho, constatou-se que o sistema PEX é mais oneroso que os modelos convencionais já consolidados no mercado brasileiro, PVC e CPVC, porém ele ganha vantagem em relação aos concorrentes devido ao ganho temporal na execução da obra, instalação hidráulica. Além disso, é possível verificar que já existe informação suficiente sobre o sistema para garantir que o modelo é seguro, confiável e hidraulicamente viável, sendo sua principal vantagem a instalação ponto a ponto, que confere ao sistema um ganho extraordinário de produtividade, como pode ser constatado na figura 30. No mercado atual, o PEX vem ganhando espaço, desde 2010 já possui referencial normativo e em 2017 a SINAPI lançou um caderno técnico atualizado para o PEX, bem como o lançamento do item na tabela de preços e insumos, mostrando sua relevância no Brasil.

Para a obtenção dos dados analisados foram utilizados os valores da tabela do SINAPI, que através de pesquisas feitas pela caixa econômica federal e IBGE são obtidos os quantitativos de material e mão de obra necessários para a orçamentação dos serviços mais executados nas obras de engenharia do Brasil, os preços presentes na tabela são referentes a dados obtidos com estabelecimentos cadastrados nas capitais. Os insumos são cotados apenas na condição de pagamento à vista e o frete apenas está incluso nos itens que possuem a indicação de frete na descrição. Sendo assim, o método utilizado para comparação dos

sistemas tem suas limitações, especialmente para obras localizadas fora das capitais e com forma de pagamento diferente de à vista.

Frente às limitações impostas pelo método de estudo adotado neste trabalho, existe a possibilidade de melhorar a qualidade, em trabalhos futuros, das informações por meio de pesquisas de preço mais específicas para a região a ser trabalhada, seja em fabricantes ou vendedores e distribuidores locais.

Mesmo em obras onde existe a real necessidade de ganho de produtividade é de extrema importância a análise de viabilidade para definir se o maior investimento nas instalações hidráulicas (realizando-as em sistema PEX) pode ser viabilizado pela redução do tempo da obra.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12212 - Projeto de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12244 – Construção de poço para captação de água subterrânea. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15939 - Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - polietileno reticulado PEX. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626 – Norma Brasileira para Instalações Prediais de Água Fria. Rio de Janeiro, 2020.

CAIXA. SINAPI: Cortes e Fixações. Disponível em <https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote2-instalacoes-hidrossanitarias-eletricas/SINAPI_CT_CORTES_E_FIXACOES_05_2020.pdf>, 2020.

CAIXA. SINAPI: Instalação De Kit's E Pontos De Consumo De Instalações Hidráulicas. lote 2. Disponível em <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote2-instalacoes-hidrossanitarias-eletricas/SINAPI_CT_LOTE2_KITS_PONTOS_CONSUMO_HIDRAULICA_v003.pdf>, 2016.

CAIXA. SINAPI: Instalações Hidráulicas De Água Fria - tubos e conexões lote 2. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote2-instalacoes-hidrossanitarias-eletricas/SINAPI_CT_LOTE2_AGUA_FRIA_TUBOS_CONEXOES_v007.pdf> , 2017.

CAIXA. SINAPI: Instalações Hidráulicas De Água Quente - tubos e conexões. Disponível em <https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote2-instalacoes-hidrossanitarias-eletricas/SINAPI_CT_AGUA_QUENTE_TUBOS_CONEXOES_04_2019.pdf>, 2019.

CAIXA. SINAPI: Instalações Hidráulicas Em PEX - tubos e conexões lote 2. Disponível em <http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-lote2-instalacoes-hidrossanitarias-eletricas/SINAPI_CT_LOTE2_INSTALACOES_AGUA_PEX_v003.pdf>, 2017

CAIXA. SINAPI: Metodologias e Conceitos: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil / Caixa Econômica Federal. 8ª Ed. Brasília, 2020.

CAIXA. SINAPI: Relatório de Insumos e Composições - JAN/2022 - SEM DESONERAÇÃO/ Caixa Econômica Federal. Pernambuco, 2022.

CATÁLOGO PREDIAL PEX TIGRE, Joinville, 2015.

FILHO, Paulo Campelo. AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DO SISTEMA PEX NA DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS - ESTUDO DE CASO, 2017. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Índices da Construção Civil). Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/precos-e-custos/9270-sistema-nacional-de-pesquisa-de-custos-e-indices-da-construcao-civil.html?t=series-historicas>> Acesso em: fevereiro de 2022.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura. São Paulo, 7.^a edição revista, Blucher, 2013.

LANDI, Francisco Romeu. A Evolução Histórica das instalações hidráulicas, 1993. São Paulo, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP - Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1993.

MANUAL TÉCNICO LINHA AMANCO PEX, Joinville, 2015.

SOUZA, Caroline. Aspectos Econômicos E Hidráulicos Da Utilização Do Pex Como Alternativa Em Projetos De Instalações Hidráulicas Prediais, 2011. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, 2011.

VASCONCELOS, João Vítor; SILVA, Witor Everton. EFEITOS DO SISTEMA SINAPI NA ORÇAMENTAÇÃO DE OBRAS, 2021. Trabalho Final de Graduação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Recife, 2021.