

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS CAJAZEIRAS

KAREN TAYNA FERNANDES DE ALMEIDA NÓBREGA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO PEX COMO
ALTERNATIVA AO PVC EM PROJETO HIDRÁULICO DE UMA EDIFICAÇÃO
MULTIFAMILIAR**

Cajazeiras, 2021

KAREN TAYNA FERNANDES DE ALMEIDA NÓBREGA

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO PEX COMO
ALTERNATIVA AO PVC EM PROJETO HIDRÁULICO DE UMA EDIFICAÇÃO
MULTIFAMILIAR**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
submetido à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Civil do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras,
sob Orientação da Prof. Katharine Taveira de
Brito Medeiros.

Cajazeiras, 2021

IFPB / Campus Cajazeiras
Coordenação de Biblioteca
Catalogação na fonte: Daniel Andrade CRB-15/593

N754a

Nóbrega, Karen Tayna Fernandes de Almeida

Análise da viabilidade econômica da utilização do PEX como alternativa ao PVC em projeto hidráulico de uma edificação multifamiliar / Karen Tayna Fernandes de Almeida Nóbrega; orientadora Katharine Taveira de Brito Medeiros.- 2021.

84 f.: il.

Orientadora: Katharine Taveira de Brito Medeiros.
TCC (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, 2021.

1. Policloreto de vinila - PVC 2. Polietileno reticulado - PEX 3. Orçamentos I. Título

CDU 678.743.2(0.067)

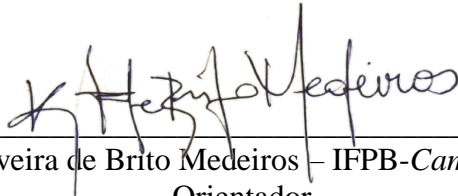
KAREN TAYNA FERNANDES DE ALMEIDA NÓBREGA

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DO PEX COMO ALTERNATIVA AO PVC EM PROJETO HIDRÁULICO DE UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR

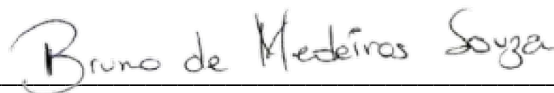
Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, *Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 22 de setembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Katharine Taveira de Brito Medeiros – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Orientador



Bruno de Medeiros Souza – IFPB-*Campus* Cajazeiras
Examinador 1



Maria Natália Nogueira – Eng. Civil da FUNPEC/UFRN
Examinador 2

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Euda e Cauby, irmão, Kelwen, à minha avó Raimunda e à minha tia Geralda, pelo apoio e dedicação na minha trajetória profissional, que está apenas começando.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus pela oportunidade alcançada e me abençoar durante toda a graduação.

À minha família, especialmente meus pais e minha tia Geralda Feitosa, pelo apoio, força e paciência durante toda a minha vida como estudante, e na mudança da capital ao sertão durante esse tempo de estudo.

À minha orientadora Katharine Medeiros, pelos ensinamentos, apoio, paciência e compreensão com minha rotina de estágio e desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Geraldo Batista e Alda Viana, pela amizade, ajuda, companheirismo, esforços e muitas risadas desde o primeiro período do curso.

Ao meu superior de estágio Raphael Carvalho, pelos ensinamentos, apoio e colaboração para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

Acerca das instalações prediais de água, a NBR 5626/2020 especifica requisitos para projeto, execução, operação e manutenção dos sistemas prediais de água fria e quente, para que sejam atendidos critérios de higiene segurança e conforto dos usuários. Nesse contexto, o material que é mais utilizado nas instalações de água fria é o PVC, apresentando vantagens como leveza. Com o avanço das tecnologias, surgiu outro material no mercado: o PEX, que se apresenta como tubos flexíveis que têm como principal benefício a redução das conexões necessárias nos sistemas de água. Logo, o presente estudo visa analisar a viabilidade econômica, através da comparação dos custos totais, da utilização do PEX e do PVC em projeto de instalação hidráulica de uma edificação multifamiliar. Portanto, foram realizados os quantitativos e orçamento de material (PVC e PEX) e de mão de obra na edificação citada, que é composta pelas partes A e B. Logo, pôde-se certificar que mesmo apresentando diversas vantagens em relação ao PVC, o PEX ainda tem valor razoavelmente alto no tocante aos custos totais, em relação ao outro material estudado. Tal fato também pôde ser percebido pela estimativa realizada através do custo por metro quadrado, onde o PEX apresentou valor superior em relação ao seu concorrente. Logo, com base nos dados apresentados para o caso em estudo, pôde-se concluir que o material PEX apresentou custo total de quase 13% a mais que o PVC, desencadeando na sua inviabilidade econômica frente ao outro consolidado material.

Palavras-Chave: PVC; PEX; orçamento.

ABSTRACT

Regarding building water installations, NBR 5626/2020 specifies requirements for the design, execution, operation and maintenance of cold and hot water building systems, so that the criteria of hygiene, safety and comfort of users are met. In this context, the material that is most used in cold water installations is PVC, with advantages such as lightness. With the advancement of technologies, another material appeared on the market: PEX, which presents itself as flexible tubes whose main benefit is the reduction of the necessary connections in water systems. Therefore, this study aims to analyze the economic feasibility, by comparing the total costs, of using PEX and PVC in a hydraulic installation project for a multifamily building. Therefore, the quantities and budget of material (PVC and PEX) and labor were carried out in the aforementioned building, which is composed of parts A and B. Therefore, it was possible to certify that even with several advantages in relation to PVC, the PEX still has a reasonably high value in terms of total costs, in relation to the other material studied. This fact could also be perceived by the estimate made through the cost per square meter, where the PEX presented a superior value in relation to its competitor. Therefore, based on the data presented for the case under study, it could be concluded that the PEX material had a total cost of almost 13% more than PVC, resulting in its economic unfeasibility compared to the other consolidated material.

Keywords: PVC; PEX; budget.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ramal externo e ramal interno com seus componentes.....	18
Figura 2 - Barrilete concentrado.....	19
Figura 3 - Barrilete ramificado.....	19
Figura 4 - Detalhe instalação embutida da tubulação de PVC rígido.....	23
Figura 5 - Conexões da linha soldável.....	25
Figura 6 - Tubos e conexões PVC rígido soldável.....	25
Figura 7 - Etapas de execução das juntas soldáveis.....	27
Figura 8 - Tubos e conexões PVC rígido soldável.....	29
Figura 9 - Etapas de execução de juntas roscáveis.....	29
Figura 10 - Transposição de elementos estruturais.....	31
Figura 11 - Tubo PEX multicamada.....	32
Figura 12 - Tubos e conexões PEX.....	34
Figura 13 - Utensílios para instalação.....	35
Figura 14 - Instalação do sistema PEX do modo convencional e com distribuidor.....	36
Figura 15 - Instalação por sistema ponto a ponto (Manifold).....	37
Figura 16 - Etapas de instalação do sistema PEX.....	37
Figura 17 - Fluxograma da metodologia utilizada.....	43
Figura 18 - Parte A da edificação.....	45
Figura 19 - Parte B da edificação.....	45
Figura 20 - Traçado de tubulações de água fria pelo forro em apartamento.....	46
Figura 21 - Vista de tubulações de água fria de banheiros em apartamento.....	47
Figura 22 - Vista de tubulações de água fria de cozinha em apartamento.....	47
Figura 23 - Vista isométrica das instalações de banheiro do apartamento.....	48
Figura 24 - Vista isométrica das instalações de cozinha do apartamento.....	48
Figura 25 - Trechos no forro do apartamento tipo.....	50
Figura 26 - Trechos em banheiro do apartamento tipo.....	50
Figura 27 - Ábaco Luneta para verificação de diâmetro conforme soma dos pesos.....	51
Figura 28- Custo de material PVC e PEX.....	57
Figura 29- Custo de mão de obra PVC e PEX.....	58
Figura 30 – Custo total dos sistemas em PVC e PEX.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de vazão e peso relativo das peças de utilização.	21
Tabela 2 - Pressões mínimas e máximas na rede de água fria.....	22
Tabela 3 - Dimensões dos tubos de PVC-U.	24
Tabela 4 - Características técnicas PEX monocamada.....	32
Tabela 5 - Características técnicas PEX multicamada.	33
Tabela 6 - Dados da edificação.....	44
Tabela 7 - Quantificação dos ambientes.....	44
Tabela 8 - Perda de carga nas conexões.	52
Tabela 9 - Vazão máxima em hidrômetros.....	53
Tabela 10 - Diâmetros dos ramais e sub-ramais.....	55
Tabela 11 - Quantitativo do sistema em PVC soldável do pavimento tipo.....	55
Tabela 12 - Quantitativo do sistema em PEX do pavimento tipo.	56
Tabela 13– Planejamento de mão de obra para sistema em PVC	59
Tabela 14 – Planejamento de mão de obra para sistema em PEX.....	59
Tabela 15 – Custos dos materiais por metro de tubulação e por m ²	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA (IPAF)	16
3.1.1 <i>Sistemas de abastecimento</i>	16
3.1.2 <i>Reservatórios</i>	17
3.1.3 <i>Subsistemas de abastecimento de água fria</i>	17
3.1.4 <i>Subsistema de distribuição interna de água fria</i>	19
3.1.5 <i>Pressão e velocidade</i>	21
3.2 POLICLORETO DE VINILA (PVC)	23
3.2.1 <i>Características gerais</i>	23
3.2.2 <i>Linha Soldável</i>	24
3.2.3 <i>Recomendações</i>	28
3.2.4 <i>Linha Roscável</i>	28
3.3 POLIETILENO RETICULADO (PEX).....	30
3.3.1 <i>Características gerais</i>	31
3.3.2 <i>Recomendações</i>	33
3.3.3 <i>Tubos e conexões</i>	34
3.3.4 <i>Tipos de instalação</i>	36
3.3.5 <i>Execução</i>	37
3.4 ORÇAMENTO	38
3.4.1 <i>Etapas do orçamento</i>	39

	11
3.4.2 <i>Custo Direto</i>	39
3.4.3 <i>Custo unitário</i>	40
3.4.4 <i>Custo Indireto</i>	40
3.4.5 <i>Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)</i>	41
3.4.6 <i>Custo Unitário Básico (CUB)</i>	41
3.4.7 <i>Engenharia de custos</i>	41
3.4.8 <i>Impacto dos custos de instalações hidráulicas em uma obra</i>	42
4 METODOLOGIA	43
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO	44
4.2 CONCEPÇÃO DO PROJETO	45
4.2.1 <i>Traçados e considerações nas redes de distribuição em PVC</i>	46
4.2.2 <i>Análise do projeto hidráulico em PEX</i>	49
4.3 DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS E SUB-RAMAIS UTILIZANDO PVC	49
4.4 ORÇAMENTO	53
5 RESULTADOS E ANÁLISES	55
5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS E QUANTITATIVOS	55
5.2 CUSTOS DO PEX E PVC POR METRO DE TUBULAÇÃO E POR METRO QUADRADO	60
6 CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	62
APÊNDICE A – PLANTA BAIXA E DETALHES DO DIMENSIONAMENTO EM PVC	65
APÊNDICE B – DIMENSIONAMENTO DAS TUBULAÇÕES EM PVC	61
APÊNDICE C – ORÇAMENTO DO DIMENSIONAMENTO EM PEX	63
APÊNDICE D – ORÇAMENTO DO DIMENSIONAMENTO EM PVC	66
ANEXO A – PLANTA BAIXA E DETALHES DO DIMENSIONAMENTO EM PEX	70

ANEXO B – CORTE ESQUEMÁTICO DA EDIFICAÇÃO..... 76

1 INTRODUÇÃO

Em todas as épocas da humanidade, o abastecimento de água para o consumo humano sempre gerou preocupação para os povos, que pode ser percebido pelo desenvolvimento das civilizações antigas próximas aos cursos d'água. Ainda, na época da Roma dos Césares, há o conhecimento de que diversas obras de hidráulica foram construídas, com a finalidade do abastecimento de água para o consumo humano, assim como para o lazer. Nesse sentido, Leonardo da Vinci, em um contexto de “cidade ideal”, chegou a projetá-la, sendo esta circundada por canais, que previam o abastecimento de água e as redes de esgoto (CREDER, 2006).

Nesse cenário, na ação de abrir uma torneira, há todo um processo que a precede. Há custos e dificuldades técnicas até chegar na obtenção deste produto. Assim, sabe-se que, de uma maneira geral, a água está cada vez mais rara e sendo captada cada vez mais longe; e para que o processo aconteça, há um complexo sistema de operações, equipamentos e trabalhos (BOTELHO; JÚNIOR, 2010).

Logo, acerca das instalações prediais de água, a NBR 5626/2020 especifica requisitos para projeto, execução, operação e manutenção dos sistemas prediais de água fria e quente, para que sejam atendidos critérios de higiene (em relação à potabilidade da água), segurança e conforto dos usuários, prezando também pela economia das instalações (ABNT, 2020).

Nesse contexto, o material que é mais utilizado nas instalações de água fria é o PVC (policloreto de vinila), em que cerca de 70% produzido no mundo é utilizado no segmento da construção civil; apresentando vantagens como leveza, resistência, facilidade de manuseio e instalação, entre outros (BAHIENSE, 2020). Consequentemente, o PVC representou a maior evolução tecnológica que ocorreu na execução das instalações hidráulicas no tocante à substituição de materiais metálicos, cerâmicos e de fibrocimento pelo mesmo; proporcionando uma série de vantagens ao construtor: menores custos, menor ferramental necessário, maior disponibilidade de peças componentes, entre outros (BOTELHO; JÚNIOR, 2010).

Com o avanço das tecnologias, surgiu outro material no mercado: o PEX (polietileno reticulado), que se apresenta como tubos flexíveis que têm como principal benefício a redução das conexões necessárias nos sistemas de água (CALLERA, 2017), o que nos sistemas em PVC se fazem bastante presentes. Assim, apresentam baixas perdas de carga, podendo ser utilizados de maneira simples, alterando o alinhamento das instalações, sequenciando em um processo personalizado, além de serem muito resistentes à pressão e temperatura, e serem

comercializados em bobinas, promovendo o corte na metragem necessária.

Entretanto, mesmo com estes aspectos citados, e como mencionado anteriormente, o PVC ainda é o material usado em maior escala nas Instalações Prediais de Água Fria (IPFA). Assim, valendo-se destacar que as vantagens citadas acerca do PEX não são de caráter decisivo acerca da uma possível viabilidade econômica em alternativa ao PVC, se faz necessário um estudo que esclareça se essa tecnologia é vantajosa economicamente em relação ao PVC na utilização em projetos hidráulicos.

Logo, o presente estudo promoverá uma análise comparativa acerca da viabilidade econômica da utilização do PEX como alternativa ao PVC em um projeto hidráulico de uma edificação multifamiliar. A pesquisa mostra-se relevante devido à escassez de estudos divulgados sobre o referido tema e também pelo motivo de as instalações representarem cerca de 9% a 12% dos custos de uma obra (RIBEIRO; FLEURY; CASTANHEIRA, 2016), podendo contribuir aos interessados como comparativo, em termos orçamentários, na tomada de decisão para utilização de um material em relação ao outro.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a viabilidade econômica, através da comparação dos custos totais, da utilização do PEX e do PVC em projeto de instalação hidráulica de uma edificação multifamiliar.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dimensionar as tubulações de instalação hidráulica, segundo a NBR 5626:2020, do sistema em PVC;
- Realizar levantamento de quantitativos usados nos projetos hidráulicos em PEX e PVC;
- Elaborar o orçamento para os sistemas em PVC e PEX;
- Realizar comparativo do custo total pelos dois tipos de materiais.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 INSTALAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA FRIA (IPAF)

Designa-se como um conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos que são destinados a abastecer os aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, devendo ser em quantidade satisfatória, e garantindo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento (CARVALHO, 2019).

As instalações prediais de água fria são regidas pela NBR 5626 (2020), que firma alguns requisitos, como:

- a) Preservar a potabilidade da água;
- b) Garantir o fornecimento de forma contínua, que seja em quantidade adequada, e com pressões e vazões compatíveis com o funcionamento dos aparelhos sanitários;
- c) Evitar níveis de ruído inadequados à ocupação dos ambientes;
- d) Proporcionar aos usuários peças de utilização localizadas de forma adequada e de fácil operação;
- e) Minimizar o surgimento de patologias;
- f) Prever a manutenibilidade.

3.1.1 Sistemas de abastecimento

Em relação às fontes de abastecimento, pode ser realizado por meio da rede pública ou fonte particular, sendo a primeira de caráter preferencial, em função da potabilidade da água. Assim, há várias formas da entrada da água até o ponto de utilização (BOTELHO, 2010):

- Sistema Direto – tipo de abastecimento realizado diretamente da rede pública de água, ou seja, sem reservatórios. Esse sistema deve ser utilizado somente em casos onde houver garantia da regularidade e atendimento de vazão e pressão.
- Sistema Indireto – esse tipo apresenta o reservatório, que podem ser comuns ou pressurizados, de forma que garanta a regularidade do abastecimento.
- Sistema Misto – sistema que utiliza mais de um sistema existente, sendo geralmente o indireto por gravidade em conjunto com o direto

3.1.2 Reservatórios

Como é comum a deficiência no abastecimento público de água nas localidades brasileiras, é pouco usual o sistema direto, sendo recomendado a construção de reservatórios superiores. Logo, é de boa norma a previsão de reservatórios com capacidade suficiente para pelo menos dois dias de consumo diário, tendo em consideração a intermitência da rede pública; sendo aconselhado o reservatório inferior armazenar cerca de 3/5 e o superior 2/5 do consumo; assim como prever a reserva técnica de incêndio, que é estimada em 15 a 20% do consumo diário (CREDER, 2006). O volume total de água em reserva deve atender ao mínimo de 24 h de consumo normal no edifício, devendo ser armazenado no reservatório em um limite de valor que mantenha a potabilidade da água dentro do período de detenção médio. Além disso, quando for impossibilitado a determinação do volume máximo permissível, é recomendado limitar o volume ao valor que corresponda ao consumo diário de três dias, ou então prever meios que garantam a preservação da água potável. (ABNT, 2020). Ainda, é recomendado para o reservatório: possuir acesso fácil, possuir tubulação para limpeza, extravasor, torneira de boia precedida de registro, possuir cobertura móvel e bem vedada, ser impermeável, entre outras características (TRONOLONE, 2019)

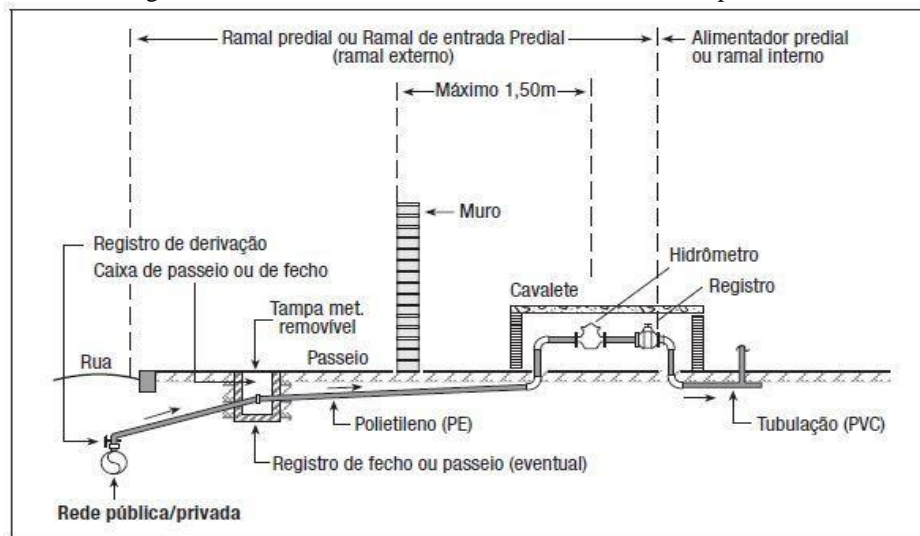
3.1.3 Subsistemas de abastecimento de água fria

A instalação predial de água fria inicia-se a partir da tomada inicial de água, em que geralmente é o ramal predial, e estende-se até as peças de utilização de água fria. A seguir serão detalhados os subsistemas de abastecimento do sistema predial de água fria.

- Ramal predial ou ramal de entrada predial

Segundo a NBR 5626 (2020), é a tubulação que está inclusa entre a rede de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial (ABNT, 2020). Logo, é o trecho que é executado pela concessionária pública ou privada, unindo a rede ao cavalete, por meio de requerimento do proprietário da edificação (BOTELHO, 2010). A Figura 1 ilustra esse componente:

Figura 1 - Ramal externo e ramal interno com seus componentes.



Fonte: Botelho, 2011.

- Cavalete/ hidrômetro

O cavalete é formado geralmente por um hidrômetro e um registro de gaveta interligados entre o ramal de entrada predial e o alimentador predial; já os hidrômetros são aparelhos com destinação à medida e também indicação do volume de água escoado da rede de abastecimento ao ramal predial de uma edificação. Os hidrômetros mais comuns para residências uni e multifamiliares são os de diâmetro nominal 25, para 5 m³/h, podendo também ser de dimensões maiores, sendo definidos e providos pela concessionária, em conformidade com a previsão de vazão de alimentação da edificação (BOTELHO, 2010).

- Alimentador predial

Conforme a NBR 5626 (2020), é a tubulação que faz a ligação da fonte de abastecimento a um reservatório de água ou então à rede que faz a distribuição predial (ABNT, 2020). Botelho (2010) complementa que é o trecho a partir do final do ramal predial até a desconexão, ou seja, saída de água, incorporando o reservatório inferior ou superior, se for o caso. O autor continua informando que o alimentador predial pode ser enterrado, aparente ou embutido, e que caso seja enterrado, este deve ser afastado de qualquer fonte poluidora; já se houver lençol freático próximo, deve estar localizado em cota superior ao mesmo.

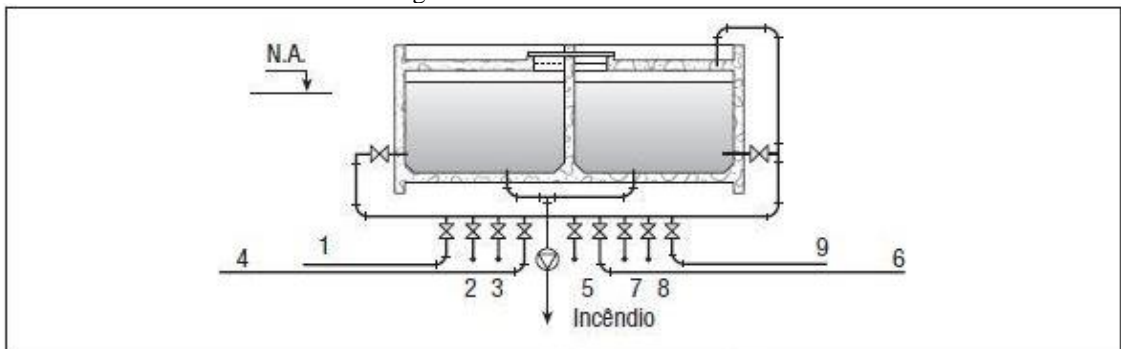
3.1.4 Subsistema de distribuição interna de água fria

- Barrilete

De acordo com Botelho (2010), caso todas as colunas se ligassem de forma direta ao reservatório, resultaria em uma série de problemas, como: o excesso de perfurações no reservatório, que comprometeria a impermeabilização; não seria econômico, pois haveria um excesso de registros, assim como tubulações e serviços; assim como a ocorrência de cada coluna se ligar a apenas uma seção do reservatório e não a duas. Portanto, para evitar estes inconvenientes, é adotado o barrilete.

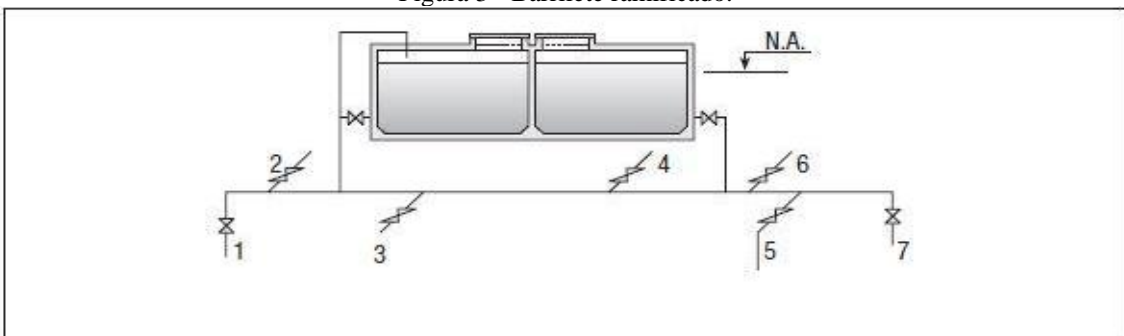
Logo, barrilete é o nome dado ao conjunto de tubulações que têm origem no reservatório e de lá se derivam as colunas de distribuição. Ainda, pode ser do tipo concentrado ou ramificado, onde o primeiro possui a vantagem de conter os registros de operação em uma área restrita, tornando facilitados a segurança e também o controle do sistema. Já o ramificado é o tipo mais econômico, onde possibilita uma quantidade menor de tubulações junto ao reservatório, e os registros são mais espaçados e postos antes do início das colunas de distribuição (CARVALHO, 2019). As Figuras 2 e 3 detalham esse componente:

Figura 2 - Barrilete concentrado.



Fonte: Botelho, 2010.

Figura 3 - Barrilete ramificado.



Fonte: Botelho, 2010.

- Colunas de distribuição

A NBR 5626 (2020) define, de forma simples, as colunas de distribuição como as tubulações derivadas do barrilete e destinadas a alimentar os ramais (ABNT, 2020). Cada coluna deverá ter um registro de gaveta disposto à montante do primeiro ramal. Atualmente, não é tão comum a utilização de válvulas de descarga, mas é indicado para estas, coluna exclusiva para que se evitem interferências com outros pontos de utilização. Ainda, é recomendado o uso de ventilação na coluna, para se evitar a possibilidade de contaminação das instalações, em virtude da retrossifonagem, além de expelir eventuais bolhas de ar, fato que poderia afetar a vazão das tubulações (CARVALHO, 2019).

- Ramal

Ramais são tubulações que se derivam das colunas de distribuição e destinam-se a alimentar os sub-ramais, que fazem a ligação dos ramais aos seus pontos de utilização. É recomendado o dimensionamento dos ramais trecho a trecho; o posicionamento do registro de gaveta deve ser localizado a montante do primeiro sub-ramal, de forma a isolar todo o ramal para a realização de manutenção; se faz necessário definir, para cada pavimento, ramais específicos, de modo a evitar problemas de transposição de elementos estruturais; deve-se evitar longos ramais, pois estes causam problemas de transposição de vigas, pilares, etc (BOTELHO, 2010).

Há duas hipóteses para o dimensionamento: o primeiro é o consumo simultâneo (consumo máximo possível), onde a utilização das peças ocorre de forma simultânea, como em quartéis, escolas, estabelecimentos industriais, os quais no momento de maior utilização, possuem todos os pontos funcionando ao mesmo tempo. Já para edificações uni ou multifamiliares, a hipótese mais utilizada é a do consumo simultâneo provável (consumo máximo provável), onde o funcionamento de todas as peças ao mesmo tempo é pouco provável. O método é baseado no cálculo das probabilidades, assim como na análise prática de instalações sanitárias com funcionamento satisfatório, logo, convencionou-se a adoção de “pesos” para as peças de utilização, que sequencia em somar tais “pesos” das peças para obter o total dos trechos correspondentes. Após, utiliza-se o Nomograma de Pesos, Vazões e Diâmetros, que mostra a correlação entre os pesos e as vazões prováveis, assim como os diâmetros correspondentes (BOTELHO, 2010). A Tabela 1 contém as vazões e pesos das peças de utilização.

Tabela 1 - Relação de vazão e peso relativo das peças de utilização.

<i>PESOS DAS PEÇAS DE UTILIZAÇÃO</i>					
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo	
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3	
		Válvula de descarga	1,70	32	
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0	
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1	
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1	
Chuveiro ou ducha		Misturador (água fria)	0,20	0,4	
Chuveiro elétrico		Registro de pressão	0,10	0,1	
Lavadora de pratos ou de roupas		Registro de pressão	0,30	1,0	
Lavatório		Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3	
Mictório		com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
		sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha		Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 ^(*)	0,3	
Pia		Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7	
		Torneira elétrica	0,10	0,1	
Tanque		Torneira	0,25	0,7	
Torneira de jardim ou lavagem em geral		Torneira	0,20	0,4	

(*) por metro de calha

Fonte: Botelho, 2010.

- Sub-ramal

Toda peça de utilização tem o sub-ramal correspondente com o diâmetro mínimo. Cada peça precisa de uma pressão mínima de serviço para funcionar, assim como apenas pode suportar pressões dinâmicas e estáticas até o limite determinado nas Tabelas constantes no cálculo de pressões.

3.1.5 Pressão e velocidade

Conforme a NBR 5626 (2020), a pressão dinâmica mínima de água nos pontos de utilização precisa ser aquela que assegure a vazão de projeto. Em qualquer caso, a norma informa que a pressão dinâmica no ponto de utilização não deve ser inferior a 10 kPa (1 mca); já em qualquer ponto da rede predial de distribuição, a pressão dinâmica da água não deverá ser inferior a 5 kPa, salvo os trechos verticais de tomada d'água nas saídas dos reservatórios elevados para os seus respectivos barriletes em sistemas indiretos, no qual a pressão dinâmica em cada ponto é dado pelo desnível geométrico correspondente no nível d'água de cota mais baixa no reservatório, descontando-se a perda de carga até o ponto considerado. Em relação à

pressão estática nos pontos de utilização, não poderá superar 400 kPa (40 mca) (ABNT, 2020).

No tocante à ocorrência de sobrepressões devidas a transientes hidráulicos, devem ser consideradas no dimensionamento das tubulações, logo, no que concerne à pressão dinâmica prevista em projeto, tais sobrepressões são admitidas desde que não superem 200 kPa (20 mca) (ABNT, 2020). A Tabela 2 resume estas informações.

Tabela 2 - Pressões mínimas e máximas na rede de água fria.

CONDIÇÃO	PRESSÃO DINÂMICA MÍNIMA (mca)	PRESSÃO ESTÁTICA MÁXIMA (mca)	PRESSÃO DE SERVIÇO MÁXIMA (mca)
Qualquer ponto na rede de distribuição	0,5	-	-
Qualquer ponto de utilização	1,0	40,0	60,0
Ponto de utilização com válvula de descarga	1,5	40,0	60,0
Ponto de utilização com caixa de descarga	0,5	40,0	60,0

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 5626, 2020.

Em relação à velocidade de escoamento, a norma traz que para manter os níveis de ruído dentro dos limites determinados pela ABNT NBR 10152, como também a integridade dos componentes, a mesma deve ser limitada a um valor que não cause cavitação, principalmente em mudanças de direção e reduções acentuadas de seção. Ainda, o dimensionamento da tubulação com um limite máximo de velocidade de 3 m/s limita a magnitude dos picos de sobrepressão, porém, não evita a ocorrência de golpe de aríete (ABNT, 2020).

Já a perda de carga, refere-se à resistência que um elemento sofre ao se movimentar em um meio, que para instalações hidráulicas, é gerada pelo atrito da água com a tubulação, curvas e acessórios, influenciando, desta forma, nos resultados de pressão nos pontos de consumo (SALGADO, 2010).

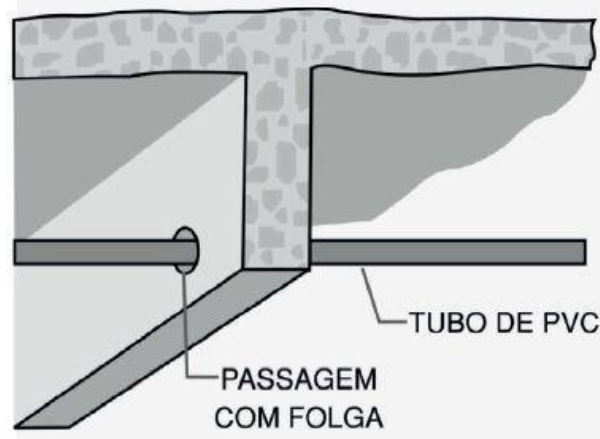
3.2 POLICLORETO DE VINILA (PVC)

Para a escolha dos materiais é de relevante importância a adequação à NBR 5626, a qual fixa condições exigíveis, a forma e também critérios em que devem ser projetadas as instalações prediais de água fria, com o intuito de atendimento às técnicas de higiene, segurança, economia e conforto aos usuários (CARVALHO, 2010).

Comumente, as tubulações destinadas ao transporte de água potável são realizadas com tubos plásticos (PVC), que são livres de corrosão. Nesse contexto, há vários fabricantes de tubulações e conexões em PVC, que para água fria, são utilizados dois tipos: PVC rígido soldável marrom, com diâmetros externos variando de 20 mm a 110 mm, e o PVC rígido roscável branco, com diâmetros que vão de 1/2” a 4” (CARVALHO, 2010).

Em relação à instalação, deve-se permitir fácil acesso para qualquer necessidade de reparo, como também não prejudicar a estabilidade da construção. A tubulação não deverá ficar solidária à estrutura da construção, recomendado existir folga ao redor do tubo em suas travessias em estruturas ou paredes, para que se evite danos às tubulações caso ocorra recalque (TIGRE, 2016).

Figura 4 - Detalhe instalação embutida da tubulação de PVC rígido.



Fonte: Tigre, 2016.

3.2.1 Características gerais

A NBR 5648 – Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas de água fria (2018) - estabelece que os tubos, conexões e juntas devem ser empregados na condução da água sob pressão para temperatura de até 45 °C, e a pressão de serviço do tubo deve ser minimizado em função da temperatura da água que está sendo conduzida (ABNT, 2018). Em

relação à pressão, deve conduzir água fria em sistemas prediais com pressão de serviço de até 75 m.c.a. e deve ter vida útil de 50 anos (TIGRE, 2016). Ainda, a NBR 5648 traz que o composto utilizado para fabricar os tubos deve ser de cor marrom, contudo, é permitido nuances devidas às diferenças de cor das matérias-primas naturais. O comprimento total do tubo deve ser de 6,0 m ou 3,0 m, e tolerância de + 1,5 %, sendo a unidade de compra em metros. O composto de PVC-U utilizado na fabricação das tubulações deve preservar a potabilidade da água dentro da tubulação, ou seja, não transmitir sabor, odor e nem provocar turvamento ou coloração à água (ABNT, 2018).

De acordo com a norma, os tubos devem apresentar diâmetro externo e espessura mínima da parede conforme indicado na Tabela 3:

Tabela 3 - Dimensões dos tubos de PVC-U.

Diâmetro nominal DN	Diâmetro externo DE	Diâmetro externo médio mm		Espessura mínima de parede mm	
		<i>dem</i>	Tolerância	<i>e_{mín.}</i>	Tolerância
15	20	20,0	+ 0,2	1,5	+ 0,3
20	25	25,0		1,7	
25	32	32,0		2,1	+ 0,4
32	40	40,0	2,4		
40	50	50,0	3,0		
50	60	60,0	+ 0,3	3,3	+ 0,5
65	75	75,0		4,2	+ 0,6
75	85	85,0		4,7	
100	110	110,0		6,1	+ 0,8

Fonte: ABNT, 2018

As tubulações e conexões em PVC usadas nas instalações de água fria são próprias para instalação em paredes e alvenaria, sendo que quando utilizadas em áreas externas, devem ser realizadas em locais cobertos, pois tal material é pouco resistente aos raios ultravioletas, desencadeando a perda de cor e também o ressecamento (SALGADO, 2010).

3.2.2 Linha Soldável

As tubulações soldáveis são geralmente fabricadas na cor marrom, utilizando adesivo (cola) especial para unir os tubos às conexões. Podem ser fornecidas nas formas: ambos os lados soldáveis; um lado soldável e o outro com rosca; e um lado soldável e outro com rosca e bucha de latão (SALGADO, 2010). A Figura 5 ilustra esses acessórios:

Figura 5 - Conexões da linha soldável.












Fonte: Adaptado de Amanco, 2019.

Paralelamente, possuem a função de conduzir água fria em sistemas prediais, e podem ser utilizadas em todos os tipos de obras: residenciais, comerciais e industriais (TIGRE, 2016). O catálogo informa que os principais benefícios são a facilidade no transporte, estocagem e manuseio, pela leveza do material; facilidade na instalação, com junta soldável a frio de simples execução e não requerimento de equipamentos especiais. Ainda, Carvalho (2010) complementa que as principais vantagens de tubos e conexões de PVC são a durabilidade ilimitada; resistência à corrosão e baixo custo. Já as desvantagens encontradas são: baixa resistência aos raios solares e calor.

- Tubos e Conexões

Figura 6 - Tubos e conexões PVC rígido soldável.

Tubo de PVC soldável	
Adaptador curto	
Bucha de redução curta	
Curva 90°	

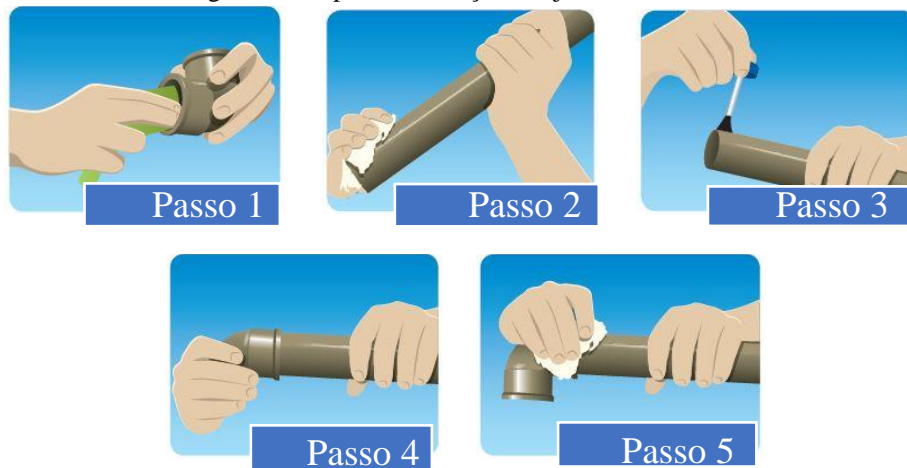
Joelho 90°	
Joelho de redução 90°	
Joelho 90° soldável e com rosca (LR)	
Joelho 90° soldável e com bucha de latão	
Luva	
Luva de redução	
Luva soldável e com rosca (LR)	
Luva soldável e com bucha de latão	
Tê	

Tê de redução	
Tê soldável e com rosca	
Tê soldável e bucha de latão	

Fonte: Adaptado de Amanco, 2019.

- Instruções de uso

Figura 7 - Etapas de execução das juntas soldáveis.



Fonte: Adaptado de Amanco, 2019.

Conforme demonstrado na Figura 05, tem-se que as etapas para a execução das juntas soldáveis consistem em (Amanco, 2019):

Passo 1: Cortar o tubo no esquadro e chanfrar a ponta. Com o auxílio de uma lixa d'água, retirar o brilho das superfícies a serem soldadas, para a melhoria da aderência (soldagem);

Passo 2: Limpar as superfícies que foram lixadas com Solução Preparadora, para eliminar as impurezas que possam interferir na ação do adesivo plástico PVC. Tal ação prepara o PVC para a soldagem;

Passo 3: Aplicar com o auxílio de um pincel uma camada fina e uniforme de Adesivo

Plástico PVC na região interna da bolsa, cobrindo um terço desta, e uma camada igual na parte externa do tubo;

Passo 4: Sem torcer, unir as duas peças, forçando o encaixe até o fundo da bolsa;

Passo 5: Retirar o excesso de adesivo plástico PVC e deixar secar. Aguardar por uma hora para a liberação do fluxo de água e 12 horas para a submissão à pressão.

3.2.3 *Recomendações*

Ainda de acordo com o catálogo (Amanco, 2019), são dadas algumas recomendações:

- Ao transportar o tubo, devem-se evitar o manuseio, grandes flechas, acomodação dos tubos em balanço, como também o contato dos tubos com peças metálicas e salientes;
- Para evitar o surgimento de avarias nas pontas e bolsas, os tubos devem ser carregados, e jamais arrastados sobre o solo;
- Ao descarregar, as quedas ao solo devem ser evitadas;
- Para evitar deformações, o local em que os tubos forem armazenados deve plano e bem nivelado;
- Na estocagem, os tubos devem ficar com pontas e bolsas alternadas, para não encostarem. Ainda, a primeira fileira deverá estar apoiada em uma estrutura de madeira, onde a pilha total não deve passar dos 1,5 m de altura.

Ainda, conforme a Tigre (2016), o produto deve ser estocado em locais de facilitado acesso e à sombra, livre de exposição direta ao sol.






3.2.4 *Linha Roscável*

Conforme catálogo da Tigre (2016), os tubos roscáveis são recomendados para instalações onde se encontre a necessidade de desmontagem da linha para a mudança de projeto, ou no caso de manutenções. Apresenta como vantagens a facilidade de manuseio, transporte, estocagem e a própria desmontagem. Geralmente encontrado na cor branca, tem temperatura máxima de trabalho de 20 °C. Ainda, de acordo com o catálogo Amanco (2019), possui as espessuras de parede maiores que os equivalentes da linha soldável, isso por causa da confecção da abertura da rosca.

- Tubos e conexões

A Figura 8 irá ilustrar algumas conexões da linha roscável:

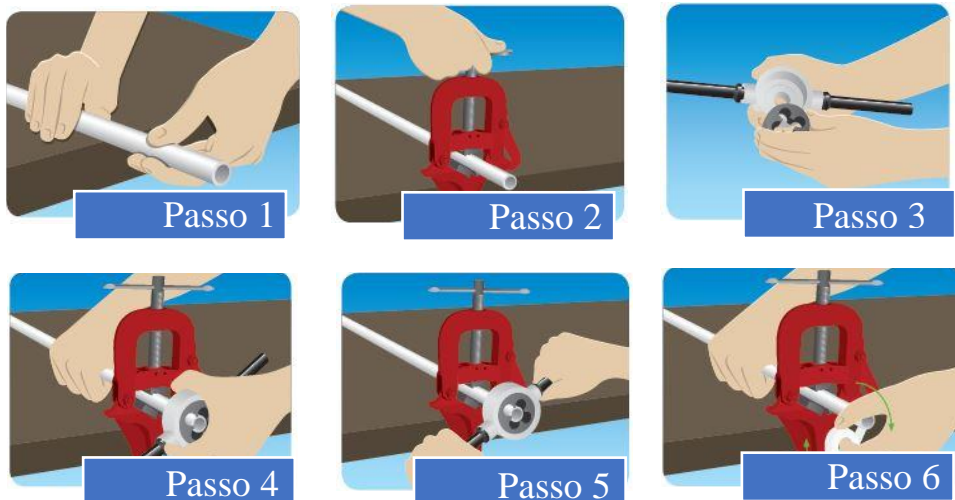
Figura 8 - Tubos e conexões PVC rígido soldável.

Tubo de PVC roscável	
Curva 90°	
Joelho 90°	
Luva	
Tê	

Fonte: Adaptado de Amanco, 2019.

- Instruções de uso

Figura 9 - Etapas de execução de juntas roscáveis.





Fonte: Adaptado de Amanco, 2019.

Conforme demonstrado na Figura 9, tem-se que as etapas para a execução das juntas roscáveis consistem em (Amanco, 2019):

Passo 1: Fazer o corte do tubo no esquadro; a extremidade do tubo deverá estar livre de rebarbas;

Passo 2: Fazer a abertura das roscas, prendendo o tubo na morsa sem deformá-lo;

Passo 3: Montar a tarraxa, observando a colocação correta do cossinete (item em cor cinza demonstrado na figura);

Passo 4: Colocar a tarraxa no tubo, pressionando com uma das mãos, e girando a ferramenta em sentido horário;

Passo 5: O desenvolvimento da rosca deverá ser executado dando uma volta para a frente (sentido horário) e retornando um quarto de volta. A rosca desenvolvida no tubo deverá ter o comprimento igual à bolsa onde for interligada;

Passo 6: Aplicar fita veda-rosca na ponta do tubo, no mesmo sentido da rosca (sentido horário);

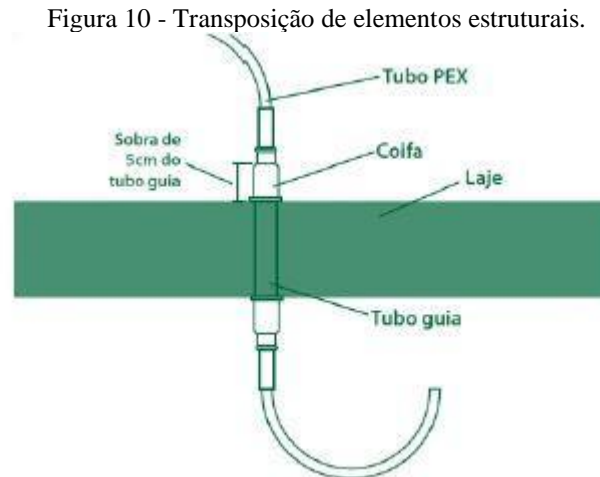
Passo 7: Deslocar o tubo da morsa e executar a junta roscável, realizando aperto manual.

3.3 POLIETILENO RETICULADO (PEX)

Com a industrialização da construção civil, novidades no processo construtivo vão acontecendo para facilitar o trabalho e mão de obra no setor. Assim, materiais que prometem superioridade aos já consolidados, vão surgindo e se desenvolvendo no mercado, a exemplo do polietileno reticulado (PEX). As normas de referência para esse material são a NBR 15939 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X) e a NBR 5616 Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção.

A transição desse material com outros sistemas deve ser realizada com o suporte de

conexões de transição roscáveis; já para instalações aéreas, com fixação no teto, devem-se utilizar abraçadeiras. No caso de transposição de elementos estruturais, como paredes, vigas e lajes, devem ser utilizados tubos de PVC na passagem, com pontas de 5 cm sobrando, utilizando coifas para um melhor acabamento. Ainda, para instalações em alvenarias, deve-se utilizar tubos guias para evitar o contato direto do PEX com o concreto (AMANCO, 2019).



Fonte: Amanco, 2019

3.3.1 Características gerais

O PEX é um sistema flexível de tubulações e conexões realizadas com anel deslizante para efetuar o transporte de água potável pressurizada quente e fria entre pontos de uso, possuindo aplicações em instalações hidráulicas residenciais ou comerciais; este, por ser flexível, reduz o tempo de instalação e melhora a eficiência do sistema, diminuindo as perdas de carga (AMANCO, 2019.). Comercializados em bobinas de 50 a 100 m, o formato dos tubos promove o facilitamento da aquisição, transporte, assentamento e armazenagem na obra, que pode ser realizado por meio do método de distribuição tradicional, ou o sistema ponto a ponto, o qual reduz o número de conexões (TIGRE, 2016).

Amplamente utilizados na Europa, as tubulações em PEX são as que mais crescem no mundo, pela facilidade e rapidez na instalação. Estas possuem vida útil de 50 anos. As linhas flexíveis monocamada e multicamada têm como função a condução de água quente e fria em instalações hidráulicas, assim como em sistemas de aquecimento solar, refrigeração e calefação (TIGRE, 2016.).

- PEX Monocamada

Nesta linha, o tubo é constituído apenas por polietileno reticulado, que possui conexões fabricadas em latão; diâmetros de 16, 20, 25 e 32; bobinas de 100 m para bitolas de 16 mm e 20 mm e de 50 m para bitolas de 24 mm e 32 mm, e outras informações destacadas na Tabela 03 (TIGRE 2016):

Tabela 4 - Características técnicas PEX monocamada.

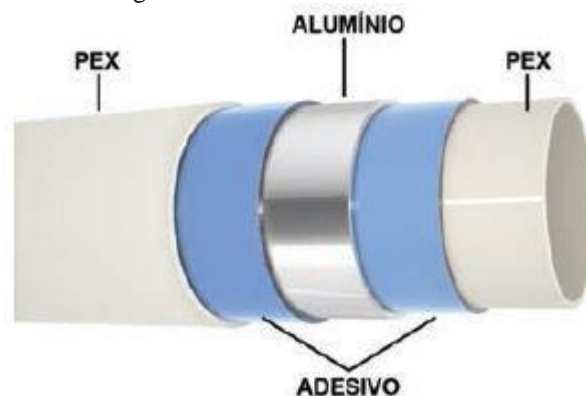
Propriedade do tubo	Valor	Unidade
Coefficiente de dilatação	1,4x10-4	m/m°C
Temperatura de serviço	80	°C
Temperatura de pico	95	°C
Pressão de serviço	60	mca
Rugosidade	0,004	
Condutividade térmica	0,35	w/m°C
Densidade	938	kg/m3

Fonte: Tigre, 2016.

- PEX Multicamada

Para a linha PEX multicamada, tem-se que são fabricados com uma camada de alumínio em seu interior, separada com o suporte de um adesivo entre as partes de PEX e o alumínio, que absorvem a expansão térmica, evitando, deste modo, a formação de trincas nos tubos (TIGRE, 2016).

Figura 11 - Tubo PEX multicamada.



Fonte: Tigre, 2016.

A camada de alumínio contém Butt-Weld (solda de topo), que proporciona resistência

superior a outras formas de fabricação. A Tabela 04 traz algumas características técnicas dessa linha PEX:

Tabela 5 - Características técnicas PEX multicamada.

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

Fonte: Tigre, 2016.

Ainda, o catálogo lista alguns benefícios da linha PEX (TIGRE, 2016), como:

- Instalações em menor tempo, pois os tubos e juntas são de fácil execução, sendo a instalação ponto a ponto a mais rápida;
- Utilização de bitolas menores, onde as paredes internas lisas oferecem ótimo desempenho hidráulico;
- Durabilidade, pois os tubos feitos de PEX, com as conexões de PSU, não sofrem corrosão;
- Leveza;
- Menos perda de material na obra, pois os tubos podem ser cortados em variados tamanhos, sem sobras;
- Redução de conexões, pois pela sua flexibilidade, conexões podem ser eliminadas e utilizar o próprio tubo em mudanças de direção.

Segundo o mesmo catálogo, especificamente para o tipo Multicamada, informa que promove uma barreira de oxigênio, devido à camada de alumínio; uma forma mais estável; e baixa rugosidade.

3.3.2 Recomendações








Conforme o catálogo da Amanco (2019), devem ser respeitadas as seguintes recomendações:

- Deve-se atentar-se aos raios de curvatura do PEX;

- Realizar a estocagem do material em embalagem original e em locais livres de sol e chuva, devendo ter ventilação, não ficando em ambiente quente, nem em contato direto com solo úmido;
- O empilhamento máximo deve ser de 6 bobinas;
- Qualquer manutenção deve ser feita com registro de entrada de água fechado.

3.3.3 Tubos e conexões

Figura 12 - Tubos e conexões PEX.

Tubo de PEX	
Anel de vedação	
Anel deslizante	
Bucha de redução	
Conector fixo fêmea	
Conector roscável macho	
Joelho	

Joelho roscável fêmea fixa	
Joelho macho fixo	
Módulo de distribuição com válvula	
Tê	
Coifa simples	

Fonte: Adaptado de Amanco, 2019.

Figura 13 - Utensílios para instalação.

Tesoura	
Ferramenta para montagem manual	
Alargador de tubo PEX	

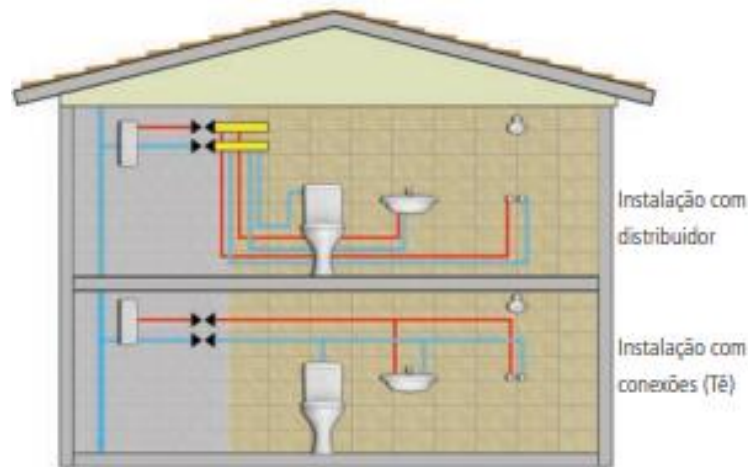
Fonte: Adaptado de Amanco, 2019.

3.3.4 Tipos de instalação

- Instalação convencional

Do mesmo modo das tubulações rígidas em PVC, o PEX pode ser instalado na forma de ramais e sub-ramais, com joelhos e conexões em “T”. Este tipo de instalação é utilizado porque demanda o emprego de menos quantidade de tubos, barateando a solução, porém as principais vantagens do sistema flexível são perdidas, que são a redução do número de conexões e a acessibilidade (NAKAMURA, 2012). A Figura 14 ilustra esse tipo de instalação.

Figura 14 - Instalação do sistema PEX do modo convencional e com distribuidor.



Fonte: Tigre, 2016.

- Instalação Ponto a Ponto

Neste tipo de instalação, a água é distribuída por meio de um quadro com distribuidores (Manifold) diretamente aos pontos de consumo, ou seja, sem conexões intermediárias. Tal sistema utiliza-se das características do PEX para ser instalado dentro de conduites, geralmente no final da obra, permitindo a futura substituição dos tubos sem danificar a alvenaria (CARVALHO, 2019).

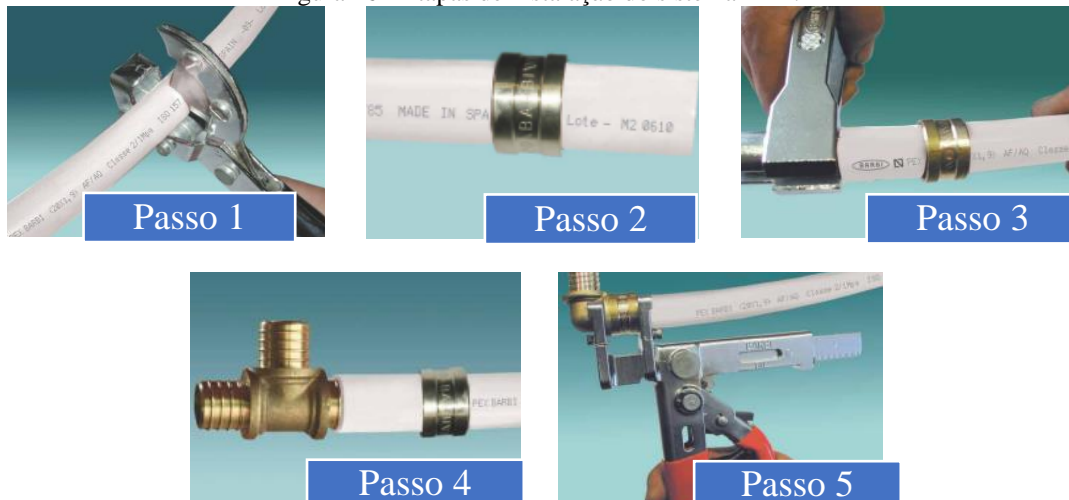
Figura 15 - Instalação por sistema ponto a ponto (Manifold).



Fonte: Tigre, 2016.

3.3.5 Execução

Figura 16 - Etapas de instalação do sistema PEX.



Fonte: Adaptado de BARBI, 2016.

Conforme demonstrado na Figura 16, tem-se que os procedimentos de montagem consistem em (BARBI, 2016):

Passo 1: Deve-se cortar o tubo com a tesoura apropriada, de modo que o corte seja limpo e perpendicular;

Passo 2: Introduzir o anel deslizante no tubo;

Passo 3: Deve-se alargar as extremidades do tubo, com o auxílio do alargador de tubos;

Passo 4: Introduzir a conexão na ponta que foi alargada do tubo, até a última nervura da conexão metálica;

Passo 5: Com a ação de pressões sucessivas, acionar a prensa até o anel deslizante encostar na conexão.

3.4 ORÇAMENTO

Existe uma relação bastante próxima entre o prazo de execução da obra e seu custo, em função das limitações dos clientes; os recursos que são disponíveis mensalmente podem definir um prazo mínimo para a obra. Nesse sentido, o prazo incide em custos fixos mensais, como alugueis de equipamentos e a mão de obra envolvida. Logo, é importante consultar os condicionantes gerais, desenvolvendo um plano para a obra. Assim, existem vários tipos de orçamento, tais como os paramétricos, discriminados e operacionais. O orçamento deve ser oficializado, tornando-se um documento fundamental para o gerenciamento da obra (GONZÁLEZ, 2008).

Nesse contexto, dentre os tipos de orçamento, o padrão escolhido irá depender da finalidade da estimativa e da disponibilidade dos dados. Havendo o interesse em obter uma estimativa rápida ou se somente baseada na concepção inicial da obra ou em um anteprojeto, indica-se o paramétrico. Este é um orçamento aproximado, adequado às variações preliminares, a exemplo dos estudos de viabilidade ou consultas rápidas de clientes. Logo, se os projetos não estiverem disponíveis, o custo da obra pode ser determinado por área ou volume construído. A exemplo, um indicador de custo unitário da construção é o CUB (Custo Unitário Básico), definido pela NBR 12721 e calculado pelo Sindicato da Indústria da Construção Civil de cada estado. Outros exemplos são o SINAPI (CAIXA), os indicadores da Fundação Getúlio Vargas e os custos médios publicados pela editora PINI (GONZÁLES, 2008).

Em relação ao orçamento discriminado, é aquele composto por uma relação extensiva dos serviços ou atividades a serem executados na obra. Os preços unitários destes serviços são obtidos por composições de custos, que são fórmulas empíricas de preços, onde são relacionados as quantidades e custos unitários dos materiais, dos equipamentos e da mão de obra necessários para se executar uma unidade do serviço considerado. Nesse contexto, a precisão sofre variação, pois existem muitos detalhes, variáveis e problemas que provocam o erro, fazendo com que nenhum orçamento esteja livre de incertezas, apesar dos erros poderem ser reduzidos. Entretanto, a construção civil é um ramo sujeito a alto grau de variabilidade, em

que é recomendado a adoção de técnicas de gerenciamento e controle eficazes (GONZÁLEZ, 2008).

Nesse contexto, Cardoso (2020) afirma que o orçamento continua sendo uma das etapas mais importantes na engenharia, pois trata-se de uma peça-chave em todo o ciclo de vida da construção e, antes de iniciar a obra, ele é base de referência para o planejamento e elaboração do cronograma físico-financeiro, até mesmo nas compras dos respectivos materiais.

3.4.1 Etapas do orçamento

Conforme González (2008), a execução do orçamento é comumente formada pelas seguintes etapas:

- a) Recebimento de documentos e informações complementares, como prazo, condições de execução, entre outros;
- b) Análise preliminar dos documentos, como busca de detalhes/esclarecimentos para possíveis dúvidas sobre algum elemento;
- c) Identificação dos itens e discriminação orçamentária preliminar dos serviços;
- d) Quantificação;
- e) Lançamento em sistema informatizado e/ou procura das composições;
- f) Listagem e cotação dos materiais, assim como mão de obra e serviços subempreitados;
- g) Lançamento dos custos, análise de BDI, análise de prazos e validade, e ajustes finais;
- h) Fechamento do orçamento, com redação das condições da proposta.

3.4.2 Custo Direto

O custo direto é o resultado da somatória de todos os custos unitários dos serviços necessários para a construção da edificação, alcançado pela aplicação dos consumos dos insumos sobre os preços de mercado, multiplicando-se pelas suas quantidades, adicionando também os custos da infraestrutura necessária para a realização da obra. Dentre os insumos que compõem o custo direto unitário, têm-se (TISAKA, 2006):

- Mão de obra: consumo de horas ou fração de horas dos trabalhadores para a execução de determinada unidade de serviço, multiplicando-se pelo custo unitário de cada trabalhador, sendo o custo horário o salário/hora do trabalhador mais os encargos sociais.
- Materiais: consumo dos materiais a serem utilizados para a atividade de uma determinada unidade de serviço, multiplicado pelo preço unitário de mercado.

- Equipamentos: número de horas/ horas necessárias para a execução de uma unidade de serviço, multiplicado pelo custo unitário do equipamento.

Nesse contexto, a análise de custo de material é significativa na elaboração da composição dos custos de um serviço, onde entram na maioria plena das atividades de uma obra, e diversas vezes representam mais da metade do custo unitário do serviço. Nesse raciocínio, o início da orçamentação de uma obra requer a identificação dos diversos serviços que a compõe, em que além do conhecimento destes serviços, é necessário o quanto de cada um deve ser realizado. Logo, o levantamento de quantitativos representa a quantificação dos diversos materiais de determinado serviço, devendo ser realizada com base em desenhos fornecidos pelo projetista e levando em consideração as dimensões especificadas, assim como características técnicas. Assim, o levantamento de quantidades é uma das etapas que mais exigem do orçamentista, pois demanda leitura de projeto, cálculos de áreas e volumes, consulta a tabelas, entre outros (MATTOS, 2019).

No âmbito da mão de obra, o trabalhador é o elemento racional de uma obra, sendo suas ações e decisões influenciadoras no sucesso do empreendimento. Ele tem intervenção em todas as partes de um projeto de construção civil, e é o trabalho humano que, em última análise, gera o produto final. Assim, considerando que uma obra pode ter mais da metade de seu custo composto por mão de obra, é de elevada importância a estimativa correta desta categoria de custo na precisão do orçamento (MATTOS, 2019).

3.4.3 Custo unitário

De acordo com Tisaka (2006), os custos unitários surgem por meio do quantitativo de material, assim como o levantamento de horas para a execução do serviço, a quantidade de pessoas e quantidade de horas para utilização dos equipamentos. Logo, são multiplicados os insumos pelos custos unitários, hora de locação da máquina ou salário-hora de cada funcionário.

3.4.4 Custo Indireto

Caracteriza-se de ocorrência inevitável, e necessita ser computado no orçamento, sendo o fato gerador do custo não tendo associação direta às atividades de produção do campo, como no caso do custo direto. Portanto, Mattos (2019) informa que a melhor definição para esse termo talvez seja uma definição de exclusão: sendo o custo indireto todo custo que não surgiu como mão de obra, equipamento ou material nas composições dos custos unitários do orçamento.

3.4.5 Benefícios e Despesas Indiretas (BDI)

Este elemento funciona de forma complementar ao orçamento discriminado, onde inclui-se verbas que não podem ou não se pretende que sejam discriminadas. O BDI é incluído como um percentual, com aplicação sobre todos os preços unitários do orçamento, ou então como uma verba geral, inclusa no final, ou ainda um misto das duas formas. O BDI inclui uma fração destinada aos benefícios, englobando os lucros pró-labore dos diretores da empresa, sendo que outra fração compete às despesas indiretas, como os custos administrativos da empresa. Entretanto, apesar da sigla indicar apenas as despesas indiretas, ela também abrange despesas diretas, como as verbas para a mão de obra local. Vale ressaltar que existem razões legais para que os custos diretos no BDI não sejam incluídos, em que é exigido a discriminação de todos os custos diretos (GONZÁLEZ, 2008).

3.4.6 Custo Unitário Básico (CUB)

Conforme o SINDUSCON- PR (2017), O CUB (Custo Unitário Básico) se caracteriza como o principal indicador de custo unitário básico da construção, calculado mensalmente, baseia-se na NBR 12721 de cada estado, e possui o objetivo de fornecer uma base para estimativas de preços. O CUB leva em consideração itens como: se a edificação é de baixo, médio ou alto padrão e o seu tipo (uni ou multifamiliar). Entretanto, por mais que seja muito utilizado, o CUB não é recomendado para um parâmetro final de orçamento, pois ele não contempla vários itens de uma obra, como impostos e lucro (CHAGAS; AYOUB; OLIVEIRA, 2019).

3.4.7 Engenharia de custos

Conforme a American Association of Cost Engineering (AACE), convergente ao expresso em “SINAPI: manual de metodologias e conceitos” (CEF, 2020), a Engenharia de custos pode ser determinada como a área prática da engenharia na qual o julgamento e a experiência são usados na aplicação de técnicas e princípios científicos para a problemática da estimativa de custo, controle de custo e lucratividade (CARDOSO, 2020).

Logo, além do orçamento e das técnicas deste, a Engenharia de Custos se dedica às áreas de conhecimento a seguir (CARDOSO, 2020):

- a) Análise da viabilidade;

- b) Análise de investimentos;
- c) Análises dos riscos;
- d) Planejamento;
- e) Controle de custos.

3.4.8 Impacto dos custos de instalações hidráulicas em uma obra

A instalação de itens hidráulicos é uma parte frágil da construção civil, pois a não padronização do trabalho promove lentidão, gastos excessivos e problemas inerentes ao sistema, como o atraso do cronograma de obra, alteração nas especificações dos materiais, vazamentos, entre outras dificuldades (SEBRAE, 2017).

Conhecer os custos de instalação hidráulica é essencial para um orçamento realista numa obra. Logo, é necessário levar em consideração o tipo de rede; o tamanho da instalação, pois quanto maior o tamanho do projeto, mais oneroso ficará o projeto; o desenvolvimento do projeto; e o tipo de material empregado, pois o mesmo irá depender de vários fatores, principalmente da qualidade do produto e do tamanho do projeto (CROSHARE, 2021).

Nesse contexto, o projeto hidráulico de uma construção equivale ao mapeamento dos tubos que vão compor a rede de água, assim, com um desenho consistente, na sequência é iniciada a etapa da instalação hidráulica. Quando não há um investimento inteligente no projeto inicial, os custos em refazer o sistema hidráulico é o maior motivo de gastos após a finalização do projeto. Logo, são dadas algumas dicas para instalações hidráulicas: investir em tubulações de qualidade, boas torneiras, uso de sifão de metal, contratação de mão de obra profissional, e a exigência do teste de todas as estruturas antes do fechamento das paredes (BILCOM, 2020).

4 METODOLOGIA

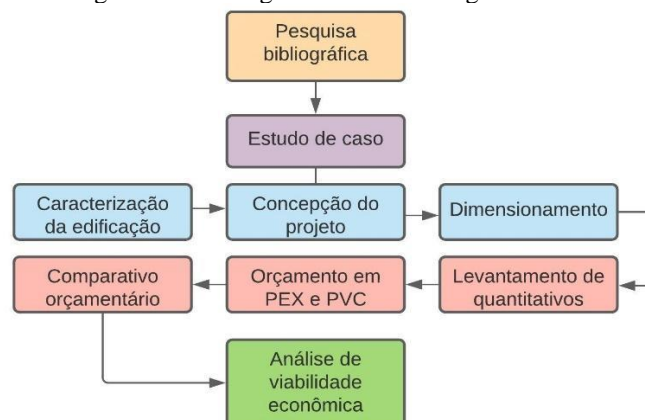
Para uma melhor compreensão do trabalho, primeiramente foi realizada uma pesquisa bibliográfica, onde foram selecionados materiais que embasassem e descrevessem sobre o estudo. Posteriormente, foi realizado um estudo de caso, escolhendo-se um projeto de uma edificação multifamiliar, já com o dimensionamento do projeto hidráulico produzido em PEX, para a realização do projeto hidráulico em PVC. A pesquisa se caracteriza de natureza quantitativa e qualitativa, pois há a mensuração, análise e interpretação dos dados.

A edificação é composta por térreo mais 11 pavimentos, estrutura portante em alvenaria convencional, a natureza da ocupação é residencial multifamiliar, apresentando as partes A e B, onde a parte A tem apartamentos a partir do segundo pavimento, com 8 cada; e a parte B a partir do primeiro pavimento, neste havendo 4 apartamentos mais o do zelador, e os seguintes 8 apartamentos cada. Logo, no total, referente às duas torres, há 165 apartamentos.

Para a realização do projeto hidráulico em PVC, utilizou-se um *Software* de desenho assistido por computador, onde foi iniciado o processo de concepção, caminhamento das tubulações e dimensionamento de acordo com a NBR 5626/2020. Seguidamente, foram mensurados os quantitativos dos materiais utilizados nos projetos hidráulicos utilizando PEX e PVC, e tabulados em *Software* de planilha eletrônica. Para o levantamento dos custos e posterior realização do orçamento do projeto utilizando cada tipo de material, foi utilizado o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI).

Assim, realizado o orçamento, foram obtidos os custos dos projetos hidráulicos utilizando-se PEX e PVC, para comparação e análise da viabilidade econômica da utilização deste mais recente material em alternativa ao já consolidado PVC. O fluxograma da Figura 17 sintetiza a metodologia proposta.

Figura 17 - Fluxograma da metodologia utilizada.



Fonte: Autoria Própria, 2021.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Para a realização do estudo, as plantas baixas e demais projetos da edificação foram disponibilizados por Santos (2018). O edifício possui pavimento térreo, pavimento de uso comum, e mais 10 pavimentos tipo. Porém, inicia-se a ter apartamentos somente no Pavimento de Uso Comum, apresentando 4, mais o do zelador. Nos pavimentos tipo (Figuras 18 e 19), a edificação possui apenas dois tipos de apartamento, onde o que os diferenciam é que o tipo 1 apresenta dois quartos e o tipo 2, contém 3 quartos. As Tabelas 6 e 7 sintetizam as informações acerca da edificação em estudo.

Tabela 6 - Dados da edificação.

Nº DE PAVIMENTOS	TÉRREO + PUC + 10 PAV. TIPO + DEPENDÊNCIA
Nº APTOS NO TÉRREO	-
Nº APTOS NO PUC ¹	4 + 1 (ZELADOR)
Nº APTOS NO PAV. TIPO	16 ²

(1) Pavimento de Uso Comum.

(2) Sendo doze aptos do tipo 01 e quatro do tipo 02.

Fonte: Autoria Própria, 2021

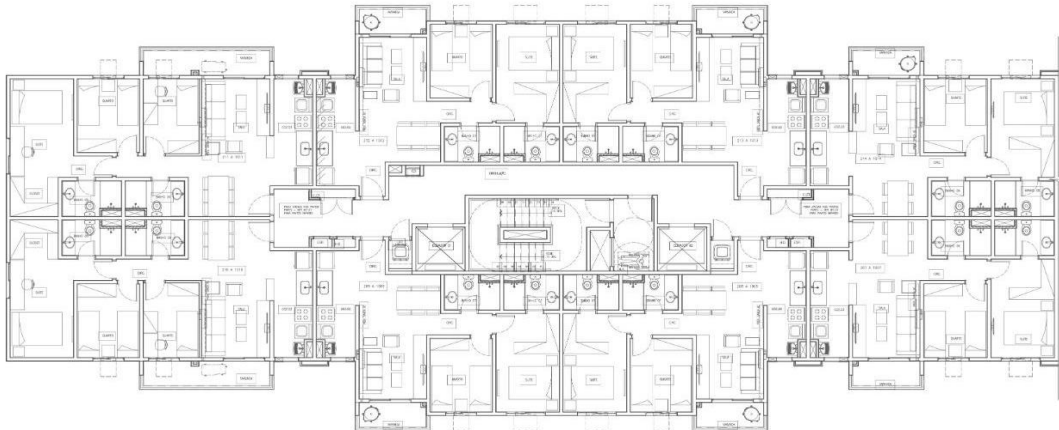
Tabela 7 - Quantificação dos ambientes.

TIPO DE APTO	QUANT. SALAS	QUANT. COZ/ A. SERV.	QUANT. BANHEIROS	QUANT. QUARTOS
APTO TIPO 01	01	01	02	02
APTO TIPO 02	01	01	02	03

Fonte: Autoria Própria, 2021

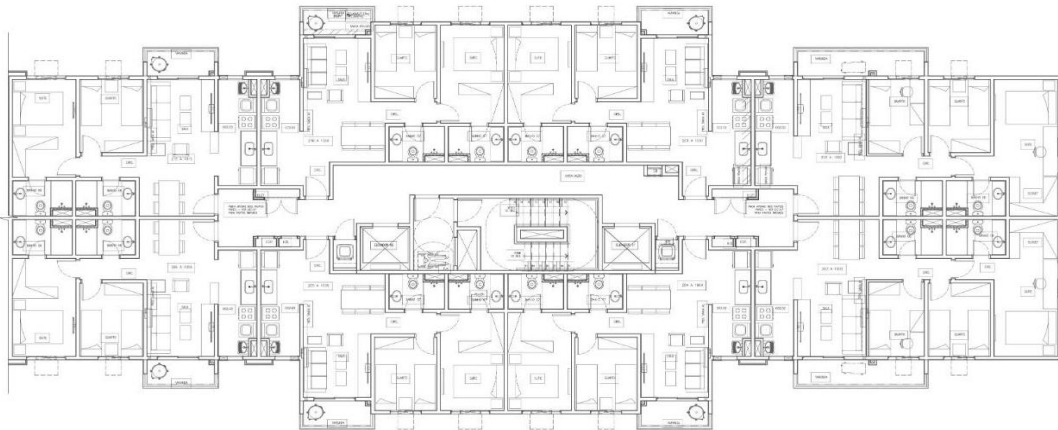
Para uma melhor visualização, a imagem da planta baixa do pavimento tipo foi dividida em duas. Logo, as Figuras 18 e 19 trazem as partes A e B da edificação, respectivamente.

Figura 18 - Parte A da edificação.



Fonte: Santos, 2018

Figura 19 - Parte B da edificação.



Fonte: Santos, 2018

4.2 CONCEPÇÃO DO PROJETO

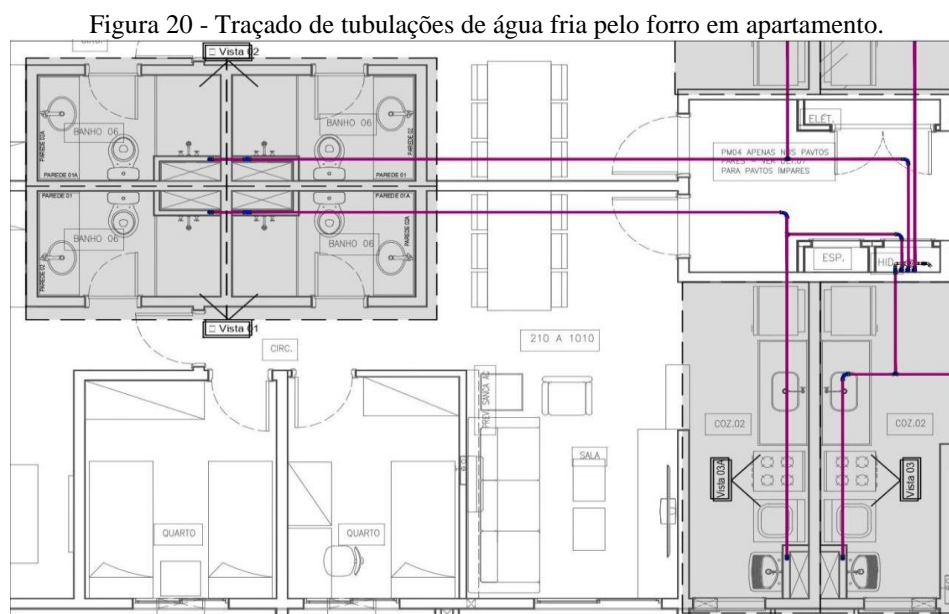
Para a realização do dimensionamento das tubulações em PVC, foram analisados, primeiramente, em quais ambientes há a presença da tubulação PEX, para que nesses mesmos trechos, posteriormente, sejam lançadas as tubulações em PVC, de acordo com a concepção adquirida do projeto. Logo, constatou-se que apenas o pavimento tipo utilizou esse material em suas instalações hidráulicas. Neste, a tubulação PEX parte dos hidrômetros, presentes em cada pavimento, e alimenta os apartamentos, passando pela laje. O anexo A traz a planta baixa com o traçado original, assim como as demais plantas e detalhes estarão nos demais anexos. Portanto, nestes trechos, foram lançadas as tubulações em PVC para posterior comparativo orçamentário. Ainda, vale a pena enfatizar que não foram considerados os pontos de utilização

externos, como banheiros, copas, torneiras de jardim e piscinas, assim como o sistema de água quente, apenas os sistemas internos dos apartamentos.

4.2.1 Traçados e considerações nas redes de distribuição em PVC

O traçado foi realizado de maneira que houvesse uma economia de tubulação e também praticidade para instalação e no dia a dia do usuário. Logo, levou-se em consideração o melhor percurso entre as peças de utilização, como também entre os elementos estruturais da edificação, procurando-se desviar de pilares e vigas, por exemplo.

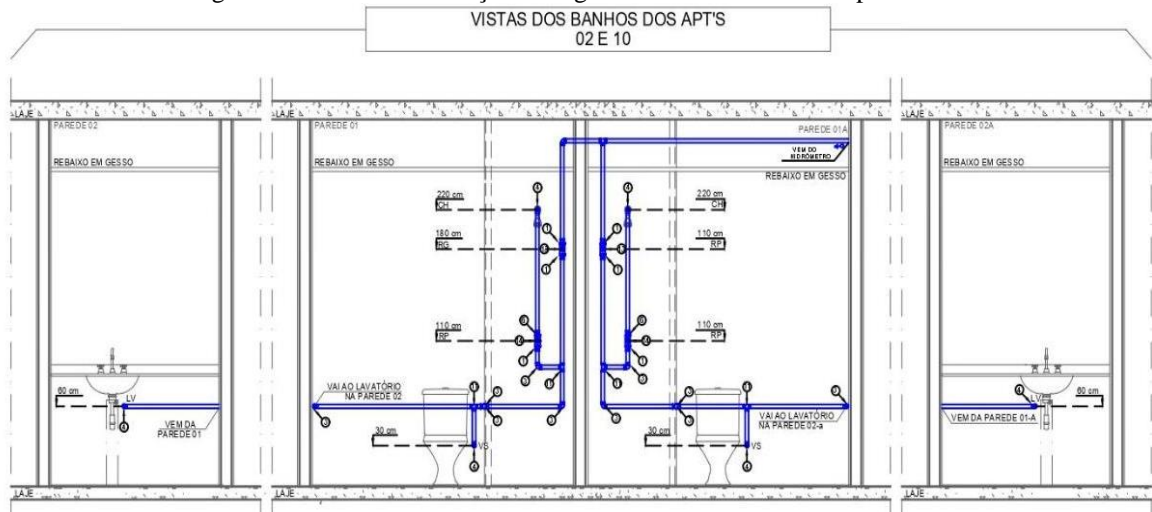
Logo, para uma melhor utilidade dos ambientes, foram previstos para cada apartamento um registro de gaveta na cozinha e outro no banheiro. Isto deve-se para que caso houver um problema hidráulico em algum desses ambientes, o conserto funcionar de modo independente, sem interferir no uso das peças do outro cômodo. Nesse contexto, o traçado, realizado através de software de desenho, começa a partir do hidrômetro de cada pavimento; onde a partir deste, derivam-se, pela laje, tubulações independentes para cada apartamento, que, ao chegar neste, ramifica-se um trecho para a cozinha e outro para o banheiro, que como dito anteriormente, haverá registros de gaveta, por onde a água desce para alimentar as peças de utilização. A Figura 20 ilustra o traçado, a qual apresenta um recorte de um apartamento completo, assim como a cozinha e banheiro de outros, destacados por uma hachura. Vale ressaltar que os apartamentos são idênticos e o traçado pelo forro não sofre significativas mudanças em relação aos outros apartamentos. A planta completa apresenta-se no apêndice A.



Fonte: Autoria própria, 2021.

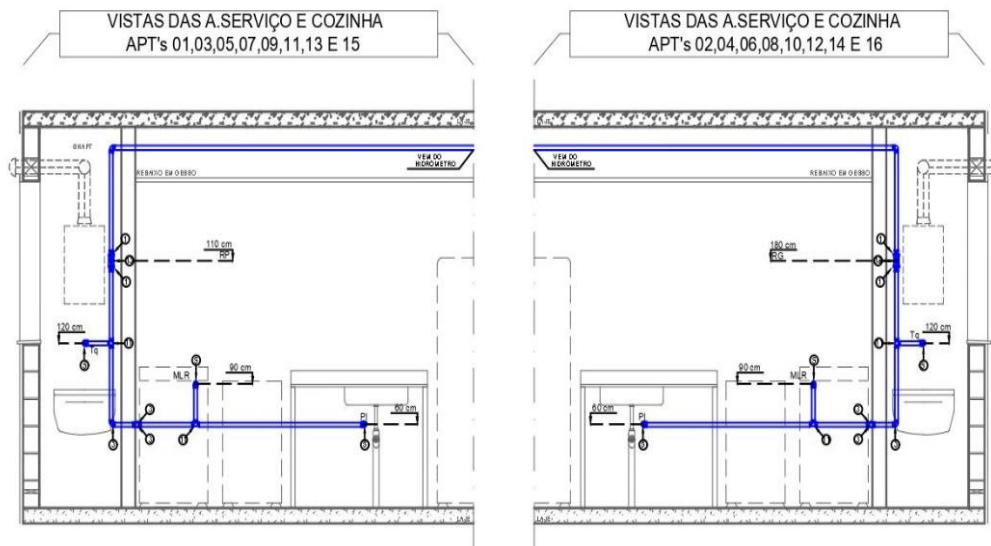
Nesse sentido, ao chegar no registro de gaveta, ramifica-se para o registro de pressão, vaso sanitário e lavatório, no caso dos banheiros; e para o tanque, máquina de lavar e pia, no caso das cozinhas, que são integradas à área de serviço. Por critério de projeto, foi optado que as tubulações passariam pela parede e não pelo piso, pois desta forma é mais facilitado para futuras intervenções, caso existirem. Portanto, respeitando-se as alturas recomendadas para os pontos de utilização, foram elaboradas as vistas dos ambientes molhados.

Figura 21 - Vista de tubulações de água fria de banheiros em apartamento.



Fonte: Autoria própria, 2021

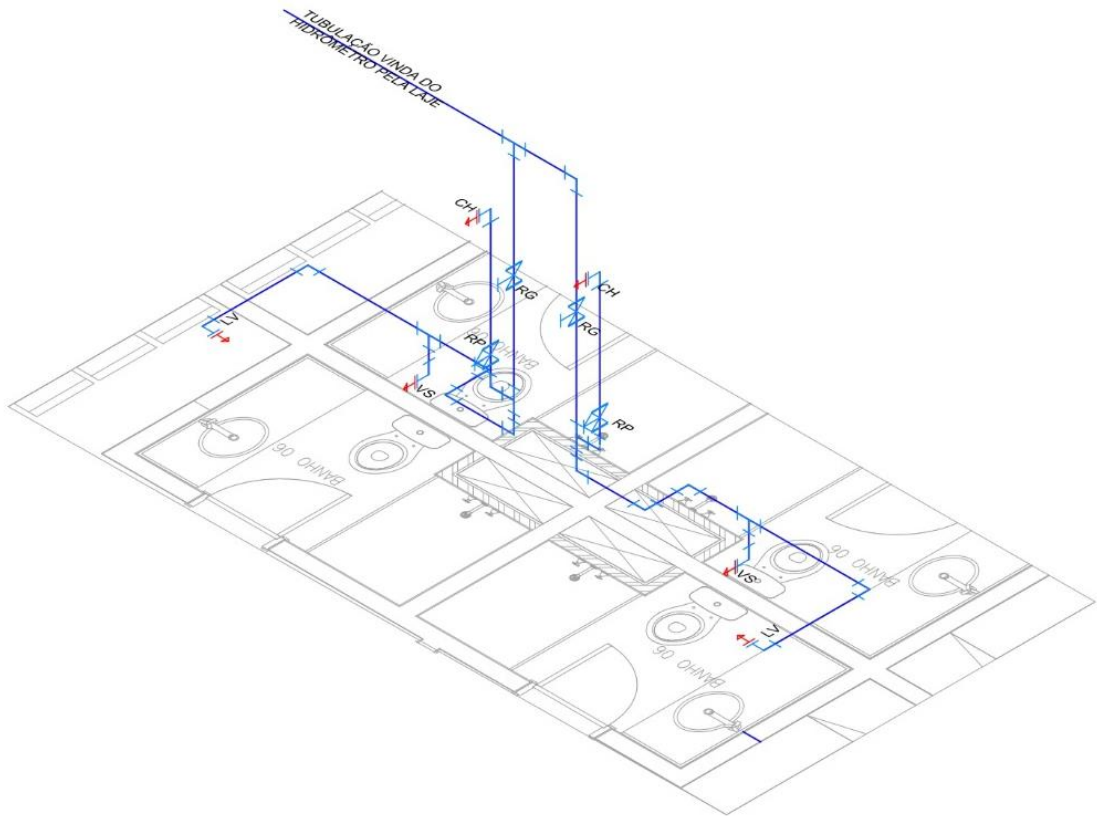
Figura 22 - Vista de tubulações de água fria de cozinha em apartamento.



Fonte: Autoria própria, 2021

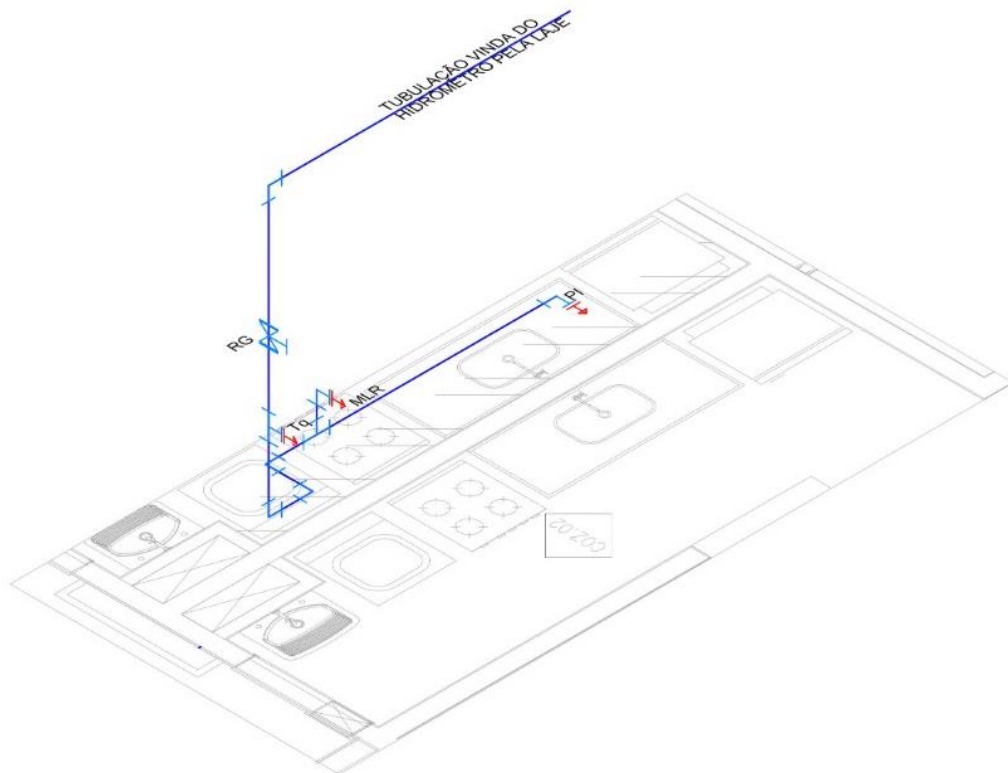
Como o projeto de instalações hidráulicas completo compreende planta, corte, detalhes e vistas (CREDER, 2006), as Figuras 23 e 24 complementam essas representações.

Figura 23 - Vista isométrica das instalações de banheiro do apartamento.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 24 - Vista isométrica das instalações de cozinha do apartamento.



Fonte: Autoria própria, 2021

4.2.2 Análise do projeto hidráulico em PEX

Nesta sessão, é importante apresentar as características pertinentes ao projeto desenvolvido em PEX, a fim de uma melhor percepção dos resultados da pesquisa a serem apresentados; isto é, a percepção de peculiaridades intrínsecas ao projeto, pode facilitar no seu entendimento e em fatores que possam interferir economicamente no produto. Logo, o projeto realizado por Santos (2018) mesclou os dois tipos de instalação para produtos PEX: o sistema ponto a ponto (manifold) e o convencional. Nesse contexto, o ambiente cozinha/área de serviço é dotado de um distribuidor de quatro saídas, que alimenta as peças de utilização ali presentes, assim como conduz a água para os banheiros do apartamento. Nestes ambientes, as tubulações em PEX são conduzidas de modo convencional, ou seja, com a presença de conexões (joelhos) e sem distribuidor.

4.3 DIMENSIONAMENTO DOS RAMAIS E SUB-RAMAIS UTILIZANDO PVC

De acordo com a NBR 5626 (2020), o dimensionamento das tubulações do sistema de distribuição deve ser realizado de forma a promover o abastecimento com vazões e pressões conforme os parâmetros de projeto. Além disso, para se elaborar projetos de instalações hidráulicas, deve-se atentar-se à interdependência das partes do conjunto, pretendendo um abastecimento nos pontos de consumo conforme a melhor técnica e economia (CREDER, 2006).

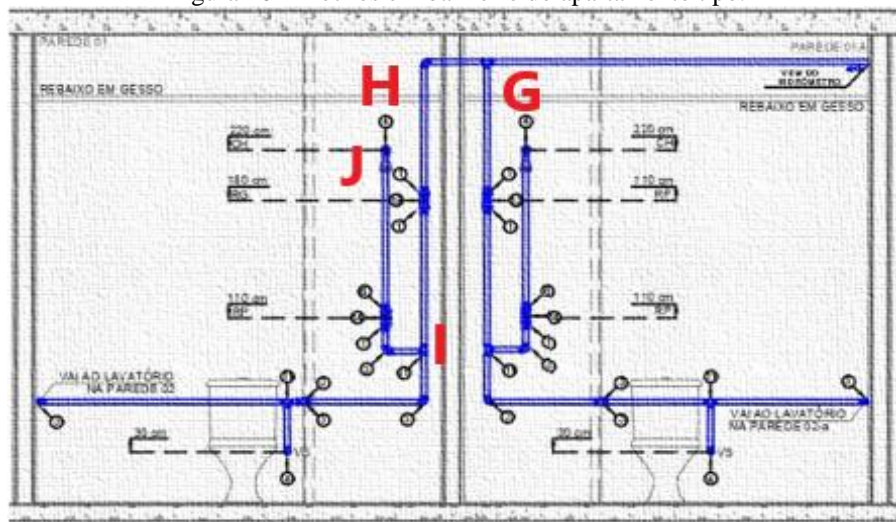
Nesse contexto, a seguir serão dimensionadas as tubulações em PVC soldável a partir do hidrômetro, no shaft de cada pavimento, até os pontos de utilização, pois foram nesses trechos que as tubulações em PEX foram instaladas. Vale a pena enfatizar que para o dimensionamento foram considerados os trechos mais desfavoráveis, a fim de evitar o subdimensionamento (Figuras 25 e 26). No apêndice B, será apresentada tabela com o dimensionamento dos trechos anteriores a estes. Logo, de acordo com a norma NBR 5626 (2020), para o processo de dimensionamento das tubulações da rede predial de água fria, é preciso seguir algumas etapas, as quais serão detalhadas mais a diante.

Figura 25 - Trechos no forro do apartamento tipo.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 26 - Trechos em banheiro do apartamento tipo.



Fonte: Autoria própria, 2021.

A determinação da vazão de um trecho de tubulação é realizada pela Equação (01), na qual $\sum P$ representa o somatório dos pesos relativos às peças que a tubulação alimenta, baseado no consumo máximo provável, ou seja, nem todas as peças estão sendo utilizadas ao mesmo tempo (BOTELHO, 2011). A Tabela 01, anteriormente demonstrada, traz os valores dos pesos relativos a cada peça de utilização. Logo, para estimar as vazões, utiliza-se a Equação (01):

$$Q = 0,3 * \sqrt{\sum P} \quad \text{Eq. (01)}$$

Onde:

Q é a vazão estimada no trecho considerado, com unidade de medida em (L/s);

$\sum P$ é o somatório dos pesos relativos de todas as peças alimentadas pela tubulação em consideração.

Após essa etapa, escolhe-se o diâmetro de acordo com o peso das peças de utilização, em milímetros, utilizando-se do gráfico conhecido como “Ábaco Luneta” (Figura 25).

Figura 27 - Ábaco Luneta para verificação de diâmetro conforme soma dos pesos.

0		1,1		3,5		18		44		100	SOMA DOS PESOS
	20 mm		25 mm		32 mm		40 mm		50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
	1/2"		3/4"		1"		1.1/4"		1.1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

Fonte: Creder, 2006.

Prosseguindo, é realizada a verificação de velocidade, não devendo ser superior a 3 m/s, para limitar a magnitude dos picos de sobrepressão (ABNT, 2020), desse modo:

$$D = \sqrt[2]{\frac{4*Q}{v*\pi}} \quad \text{Eq. (02)}$$

Escolhido o diâmetro e calculada a vazão para cada trecho, calcula-se a perda de carga unitária, que depois será multiplicada pelo comprimento virtual, para resultar na perda de carga da tubulação. Logo, a equação de perda de carga unitária para tubos lisos é apresentada na Equação 03.

$$J = 8,69 * 10^6 * Q^{1,75} * d^{-4,75} \quad \text{Eq. (03)}$$

Onde:

J é a perda de carga para cada metro de tubulação, em Kpa/m ou m/m;

Q é a vazão estimada na seção considerada, em L/s;

d é o diâmetro utilizado, em mm.

Nesse contexto, para determinar o comprimento virtual, soma-se o comprimento equivalente (E_{eq}), que é a soma do comprimento de todas as conexões presentes no trecho em estudo (ver Tabela 8), ao comprimento real (L_R), definido como a soma das tubulações. Portanto, o comprimento virtual (L_v) é calculado pela Equação 04.

$$Lv = L_{eq} + L_R \quad \text{Eq. (04)}$$

Tabela 8 - Perda de carga nas conexões.

Diâmetro do Tubo			Joelho 90°	Curva 90°	Tê 90° Passagem direta	Tê 90° saída de lado	Registro globo aberto	Registro gaveta aberto
DN	Ø	Ref.						
15	20	1/2"	1,1	0,4	0,7	2,3	11,1	0,1
20	25	3/4"	1,2	0,5	0,8	2,4	11,4	0,2
25	32	1"	1,5	0,6	0,9	3,1	15,0	0,3
32	40	1 1/4"	2,0	0,7	1,5	4,6	22,0	0,4
40	50	1 1/2"	3,2	1,2	2,2	7,3	35,8	0,7
50	60	2"	3,4	1,3	2,3	7,6	37,9	0,8
65	75	2 1/2"	3,7	1,4	2,4	7,8	38,0	0,9
75	85	3"	3,9	1,5	2,5	8,0	40,0	0,9

Fonte: Adaptado ABNT, 2020

Finalmente, determina-se a perda de carga da tubulação, através da Equação 05.

$$hf = J * Lv \quad \text{Eq. (05)}$$

Onde:

hf é a perda de carga da tubulação do trecho, em m.c.a.;

J é perda de carga unitária, em m/m;

Lv é o comprimento virtual do conduto.

Já a perda de carga no hidrômetro individual se dá pela Equação 06.

$$\Delta h = (36 * Q)^2 * (Q_{max})^{-2} \quad \text{Eq. (06)}$$

Onde:

Δh é a perda de carga no hidrômetro, em quilopascal;

Q é a vazão estimada do trecho considerado, em L/s;

Q_{max} é a vazão máxima especificada para o hidrômetro, em m³/h (ver Tabela 9)

Tabela 9 - Vazão máxima em hidrômetros.

Q máx (m ³ /h)	Diâmetro Nominal (DN)	Diâmetro (Ø)
1,5	15 e 20	20 e 25
3	15 e 20	21 e 25
5	20	25
7	25	32
10	25	32
20	40	50
30	50	60

Fonte: Adaptado ABNT, 2020

Com isso, é determinada a perda de carga total (Pt), sendo esta a soma da perda de carga na tubulação (hf) à perda de carga no hidrômetro (Δh):

$$Pt = hf + \Delta h \quad \text{Eq. (07)}$$

Adentrando no cálculo das pressões, para a determinação da pressão disponível em sistemas indiretos de abastecimento, toma-se como pressão inicial a encontrada na tomada d'água do sistema em estudo, isto é, no reservatório. O dimensionamento deverá ser realizado trecho a trecho, de modo que nos trechos posteriores, a pressão disponível destes será a pressão residual do anterior. Nessa conjuntura, a pressão residual é obtida subtraindo, da pressão inicial, os valores de perda de carga total e, a depender do sentido do fluxo, deve-se somar ou subtrair o valor do desnível (diferença de cota). Logo, a pressão dinâmica requerida no ponto de utilização não deve ser inferior a 1 mca, e nos pontos de distribuição não deve ser inferior a 0,5 mca (ABNT, 2020). O cálculo de cada trecho estará presente no apêndice B.

4.4 ORÇAMENTO

Para a realização do orçamento dos sistemas hidráulicos, utilizou-se de *software* consagrado na área da engenharia. Este facilitou o processo de busca por insumos no banco de dados do SINAPI, sendo considerado o mês mais atualizado divulgado até o momento, que foi o mês de julho. Logo, com a listagem de quantitativos dos dois tipos de materiais, foi possível o levantamento dos valores correspondentes e posterior orçamento. Em relação aos encargos

sociais, foi adotado o preço não desonerado, ou seja, quando o preço da mão de obra considera a contribuição previdenciária de 20% sobre a folha de pagamento. Ainda, em relação ao BDI (Bonificação e Despesas Indiretas), a taxa adotada foi de 25%.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

Portanto, através do dimensionamento das tubulações do pavimento tipo, por meio da segmentação por trechos, obteve-se para os ramais e sub-ramais de PVC em estudo os seguintes diâmetros, que serão adotados para todos os pavimentos:

Tabela 10 - Diâmetros dos ramais e sub-ramais.

TRECHOS	DIÂMETROS (\emptyset)
E-F	32
F-G	25
G-H	25
H-I	25
I-J	25

Fonte: Autoria própria, 2021.

5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS E QUANTITATIVOS

Após a realização do cálculo do diâmetro das tubulações em PVC do pavimento tipo, obteve-se o levantamento de quantitativos para posterior orçamento. Primeiramente, serão apresentados os do sistema em PVC soldável e posteriormente em PEX. Neste quantitativo, será exposto o resultado para um pavimento, ou seja, a quantidade de tubos e acessórios presentes na cozinha e banheiros de todos os apartamentos do pavimento, para sequente cálculo de todos os apartamentos da edificação.

- PVC

Tabela 11 - Quantitativo do sistema em PVC soldável do pavimento tipo.

DISCRIMINAÇÃO DOS TUBOS E PEÇAS	UNIDADE	QUANTIDADE
ADAPTADOR COM BOLSA E ROSCA $\emptyset 25 \times \emptyset 3/4"$	PEÇA	128
CURVA LONGA 90° $\emptyset 32$	PEÇA	8
CURVA LONGA 90° $\emptyset 25$	PEÇA	12
JOELHO 90° PVC SOLDÁVEL $\emptyset 25$	PEÇA	240
JOELHO 90° PVC SOLDÁVEL $\emptyset 32$	PEÇA	2

JOELHO 90° PVC SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO Ø25XØ1/2"	PEÇA	96
JOELHO 90° PVC SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO Ø25XØ3/4"	PEÇA	48
LUVA COM BOLSA E ROSCA Ø25XØ3/4"	PEÇA	32
LUVA DE REDUÇÃO SOLDÁVEL Ø32XØ25	PEÇA	16
REGISTRO DE GAVETA BRUTO COM CANOPLA Ø3/4"	PEÇA	48
REGISTRO PRESSÃO Ø25XØ3/4"	PEÇA	32
TÊ PVC SOLDÁVEL Ø25	PEÇA	128
TUBO PVC SOLDÁVEL Ø25	METRO	511
TUBO PVC SOLDÁVEL Ø32	METRO	39,55

Fonte: Autoria própria, 2021.

- PEX

Tabela 12 - Quantitativo do sistema em PEX do pavimento tipo.

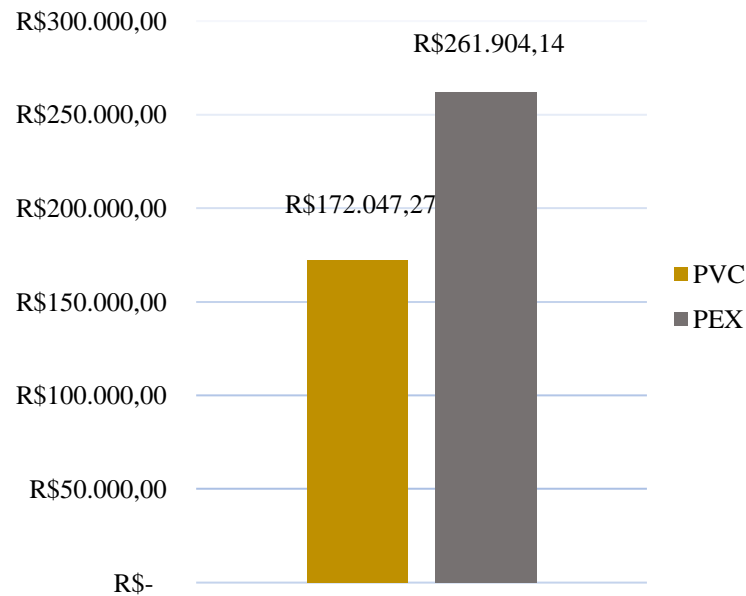
DISCRIMINAÇÃO DOS TUBOS E PEÇAS	UNIDADE	QUANTIDADE
TUBO FLEXÍVEL PEX AF 16MM	METRO	324,8
TUBO FLEXÍVEL PEX AF 20MM	METRO	222,7632
TUBO FLEXÍVEL PEX AF 25MM	METRO	122,9112
REGISTRO DE PRESSÃO 1/2"	PEÇA	32
TÊ 20X20X16	PEÇA	16
TÊ 20X16X16	PEÇA	32
TÊ 16 MM	PEÇA	32
TÊ 20 MM	PEÇA	160
JOELHO 16 MM	PEÇA	32
CONECTOR FIXO FÊMEA 16 MM	PEÇA	80
JOELHO ROSCÁVEL FÊMEA FIXA 16 MM 1/2	PEÇA	64

JOELHO ROSCÁVEL FÊMEA FIXA 16 MM 3/4	PEÇA	32
JOELHO ROSCÁVEL FÊMEA FIXA 20 MM 3/4	PEÇA	16
CONECTOR ROSCAVEL MACHO 16 MM	PEÇA	32
DISTRIBUIDOR 2 SAÍDAS 25X16, PEX	PEÇA	16
DISTRIBUIDOR 2 SAÍDAS 25X20, PEX	PEÇA	16

Fonte: Autoria própria, 2021.

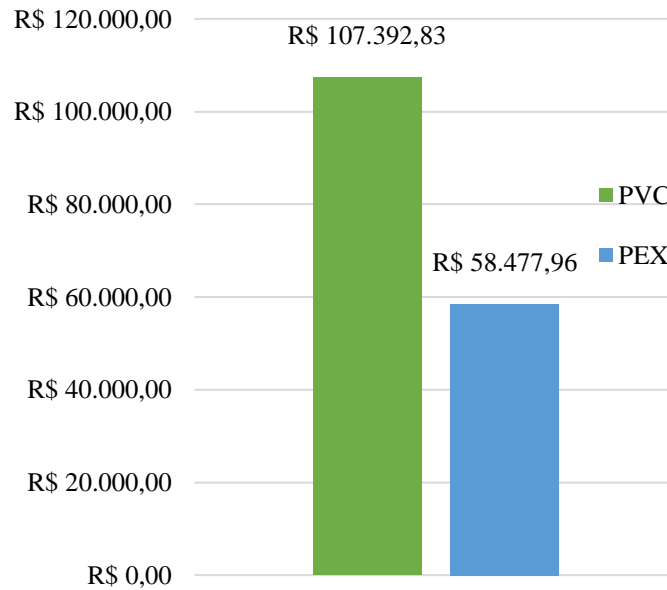
Portanto, alcançando o objetivo geral de estudo, foi realizado o orçamento dos sistemas hidráulicos em PVC e PEX de toda a edificação para posterior análise comparativa da viabilidade econômica. As tabelas completas do orçamento sintético de cada um dos materiais estarão presentes nos apêndices C e D; para tanto, a seguir serão apresentados gráficos referentes ao valor do custo de material, custo de mão de obra e custo total dos sistemas, respectivamente.

Figura 28- Custo de material PVC e PEX.



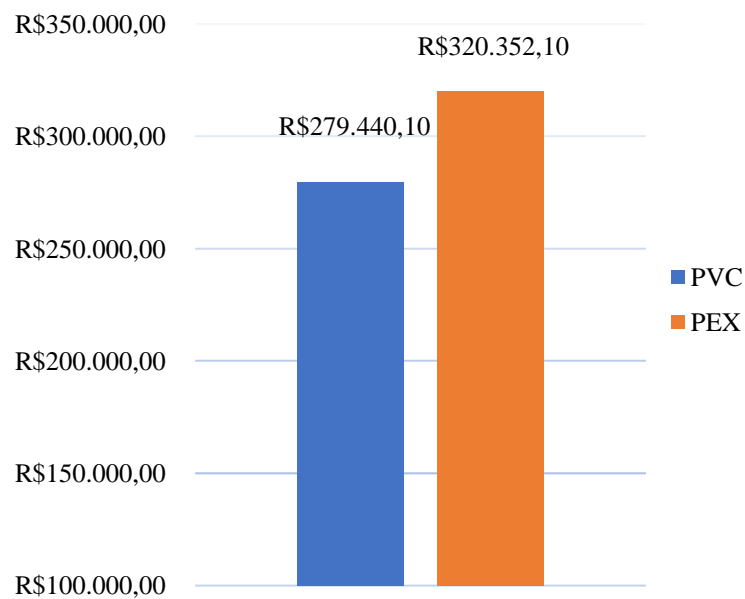
Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 29- Custo de mão de obra PVC e PEX.



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 30 – Custo total dos sistemas em PVC e PEX.



Fonte: Autoria própria, 2021.

A partir dos gráficos apresentados, pode-se perceber que o custo do material em PEX representou valor superior ao de PVC em quase R\$ 90.000,00, valor este significativo, pois representa um percentual de 52,2% a mais que o PVC. Entretanto, em relação à mão de obra, o material em PVC apresentou valores bem maiores que o concorrente, representando quase o dobro do valor em PEX.

Contudo, pelos gráficos apresentados, pode-se dizer que mesmo com as vantagens asseguradas pelo sistema em PEX, tal tecnologia ainda apresenta custos totais maiores que os sistemas em PVC, destacando o custo do material como fator essencial. Logo, na edificação em estudo, o PEX representou um custo total maior em R\$ 40.912,00, ou seja, um percentual de quase 13% a mais que o seu concorrente, PVC.

Nessa conjuntura, como a mão de obra está diretamente ligada aos custos, vale a pena relacionar o tempo necessário para conclusão da obra a depender do sistema hidráulico empregado; nesse contexto, as Tabelas 13 e 14 apresentam a relação de horas (quantidade operativa) que os colaboradores “encanador ou bombeiro hidráulico” e “auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico” necessitam para completarem o serviço na edificação em estudo, de acordo com o tipo de material que está sendo executado: PEX ou PVC. Ainda, foi considerado um total de 11 funcionários, sendo 8 encanadores e 3 auxiliares com o regime de trabalho de 7,9 horas por dia.

Tabela 13– Planejamento de mão de obra para sistema em PVC

Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade operativa	Quant. funcionários	Duração (dias)
Encanador	Mão de obra	Horas	3.204,59	8	50,71
Auxiliar	Mão de obra	Horas	3.147,87	3	132,82

Fonte: Autoria própria, 2021

Tabela 14 – Planejamento de mão de obra para sistema em PEX

Descrição	Tipo	Unidade	Quantidade operativa	Quant. funcionários	Duração (dias)
Encanador	Mão de obra	Horas	2369,70	8	37,50
Auxiliar	Mão de obra	Horas	832,3	3	35,12

Fonte: Autoria própria, 2021

Logo, ao observar as tabelas 13 e 14, o material PEX apresentou quantidade inferior de horas trabalhadas necessárias para concluir o serviço em relação ao PVC, destacando-se o auxiliar do encanador, que apresentou quantidade de dias trabalhados bem inferior utilizando o material PEX em relação ao PVC. Assim, esses dados apresentados têm interferência direta na mão de obra calculada no orçamento, que, como pode ser visto na Figura 29, o custo da mão de obra em PEX foi praticamente a metade do requerido para o sistema em PVC. Entretanto, para

a edificação em estudo, em relação aos custos totais, e como pode ser visto na Figura 30, o PVC ainda é mais viável economicamente em relação ao PEX.

5.2 CUSTOS DO PEX E PVC POR METRO DE TUBULAÇÃO E POR METRO QUADRADO

Para uma melhor visualização acerca do resultado do estudo, e baseando-se no conceito de indicador de custo unitário, como o CUB, em que o custo da obra pode ser determinado por área ou volume construído, funcionando como uma estimativa de preços; os custos dos sistemas em PVC e PEX foram caracterizados em “custo por metro de tubulação” e “custo por metro quadrado”, já inclusa a mão de obra. Logo, a Tabela 15 detalha esses cálculos.

Tabela 15 – Custos dos materiais por metro de tubulação e por m².

PVC E PEX POR METRO DE TUBULAÇÃO			VALOR
PVC	Custo total	R\$ 279.440,10	R\$ 50,76
	Tamanho total tubulação (m)	5505,5	
PEX	Custo total	R\$ 320.352,10	R\$ 47,78
	Tamanho total tubulação (m)	6705	
PVC E PEX POR METRO QUADRADO			VALOR
PVC	Custo total	R\$ 279.440,10	R\$ 23,58
	Tamanho total edificação (m ²)	11849,4	
PEX	Custo total	R\$ 320.352,10	R\$ 27,04
	Tamanho total edificação (m ²)	11849,4	

Fonte: Aatoria própria, 2021.

Portanto, pelos dados apresentados, por mais que os custos por metro de tubulação dos dois materiais apresentem valores razoavelmente próximos, pode-se constatar que para a edificação em estudo, com base nos dados apresentados na Tabela 15, o custo do sistema em PEX por m² é maior que o apresentado em PVC. Isto reforça o orçamento realizado anteriormente e mostrado o resultado na Figura 30, que demonstra o sistema em PVC sendo mais vantajoso economicamente, em termos de custos totais, que o material concorrente, PEX.

6 CONCLUSÃO

Por ainda ser um material relativamente novo no país, os custos totais do PEX ainda são altos em relação ao consolidado PVC. O material requer ferramentas especiais e a mão de obra especializada, pois é necessário conhecimento e prática para tal tipo de sistema.

Ainda, pôde-se observar que a disponibilidade no mercado do material PEX ainda é pequena, podendo-se constatar no SINAPI, o qual não apresenta todos os materiais da linha. Todos esses fatores contribuem para que o PEX continue não abrangendo sua utilização em todo o país, o que torna, automaticamente, outros materiais mais viáveis economicamente, a exemplo do PVC no caso trabalhado no presente estudo, podendo-se ainda observar que o custo superior do material PEX em relação ao PVC foi uma característica de forte influência no custo total apresentado no orçamento.

Portanto, pôde-se certificar que mesmo apresentando diversas vantagens em relação à durabilidade do material; flexibilidade do traçado; diminuição do número de acessórios requeridos e também a vantagem de diminuição do tempo de trabalho (Tabela 14), o que influenciou no custo de mão de obra do material, apresentando vantagem econômica em relação ao PVC no caso estudado, o PEX ainda tem valor razoavelmente alto no tocante aos custos totais, em relação ao outro material. Tal fato também pôde ser percebido pela estimativa realizada através do custo por metro quadrado, onde o PEX apresentou valor superior em relação ao seu concorrente. Logo, com base nos dados apresentados para o caso em estudo, pôde-se concluir que o material PEX apresentou custo total de quase 13% a mais que o PVC, desencadeando na sua inviabilidade econômica frente ao outro consolidado material.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15939**: Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X). Rio de Janeiro: ABNT, 2011.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5616**: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5648**: Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas de água fria. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.
- AMANCO. **Ficha técnica de instalações prediais em PEX**, 2019. São Paulo: AMANCO, 2019. 27 p.
- BAHIENSE, Miguel. **Os benefícios do PVC na arquitetura e construção**. 2020. INSTITUTO BRASILEIRO DO PVC. Disponível em: <https://pvc.org.br/noticias/opinio/os-beneficios-do-pvc-na-arquitetura-e-construcao-agosto-2020>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- BARBI. **Tubos e conexões PEX**, 2016. Várzea Paulista: BARBI, 2016. 16 p.
- BILCOM. **Como ocorre a instalação hidráulica?** 2021. Disponível em: <https://www.bilcom.com.br/hidraulica/como-ocorre-a-instalacao-hidraulica/>. Acesso em: 27 de ago. 2021.
- BILCOM. **Como ocorre a instalação hidráulica?** 2021. Disponível em: <https://www.bilcom.com.br/hidraulica/como-ocorre-a-instalacao-hidraulica/>. Acesso em: 27 de ago. 2021.
- BOTELHO, Manuel Henrique Campos; RIBEIRO JÚNIOR, Geraldo de Andrade. **Instalações hidráulicas prediais: usando tubos de PVC e PPR**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010. Disponível em: https://www.academia.edu/42850416/INSTALA%C3%87%C3%95ES_HIDR%C3%81ULICAS_PREDIAIS_USANDO_TUBOS_DE_PVC_E_PPR. Acesso em: 17 jun. 2021.
- CALLERA, Cleverson Aislan; ANDRADE, Adriano. **Conheça vantagens e desvantagens dos tubos PEX e acerte na escolha**. 2017. AECweb. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/conheca-vantagens-e-desvantagens-dos-tubos-plex-e-acerte-na-escolha/16453>. Acesso em: 18 jun. 2021.
- CARDOSO, Roberto Sales. **Orçamento de obras em foco**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

CARVALHO JUNIOR, Roberto de. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 12. ed. São Paulo: Blucher, 2019. 398 p.

CHAGAS, Leonardo Raveli; AYOUB, Julianno Pizzano; OLIVEIRA, Marcel Ricardo Nogueira de. **Engenharia de custos: verificação dos índices de produtividade de sistemas referenciais para elaboração de orçamentos de obras**. São Luis: Pascal, 2019.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 438 p.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013. 438 p.

CRONOSHARE. **Quanto custa uma instalação hidráulica residencial?** 2021. Disponível em: <https://www.cronoshare.com.br/quanto-custa/instalacao-hidraulica-residencial>. Acesso em: 15 de jul. 2021.

GONZÁLEZ, M. **Noções de orçamento e planejamento de obras**. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2008. Notas de aula.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como Preparar Orçamentos de obras**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

NAKAMURA, Juliana. Condução racionalizada. **Téchne**, São Paulo, v. 192, n. 1, p. 22-30, mar. 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5489512/mod_folder/content/0/A.%20Sistemas%20Prediais/03.%20Condu%C3%A7%C3%A3o%20racionalizada%20%28T%C3%A9chne%2C%202012%29.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 22 ago. 2021.

RIBEIRO, Ricardo Sobral P. *et al.* **Qual percentual médio do orçamento corresponde a cada etapa da obra**. 2016. UOL. Disponível em: <https://www.uol.com.br/universa/listas/qual-percentual-medio-do-orcamento-corresponde-a-cada-etapa-da-obra.htm>. Acesso em: 18 jun. 2021.

SALGADO, Julio. **Instalação Hidráulica Residencial: A Prática do dia a dia**. 1. ed. São Paulo: Erica, 2010.

SANTOS, Jonatas Alexandre Siqueira dos. **Edifício residencial de 11 pavimentos: projetos de instalações**. Disponível em: <https://jonatasalexandre.com.br/edificio-residencial-11-pavimentos-dwg/>. Acesso em: 30 maio 2021.

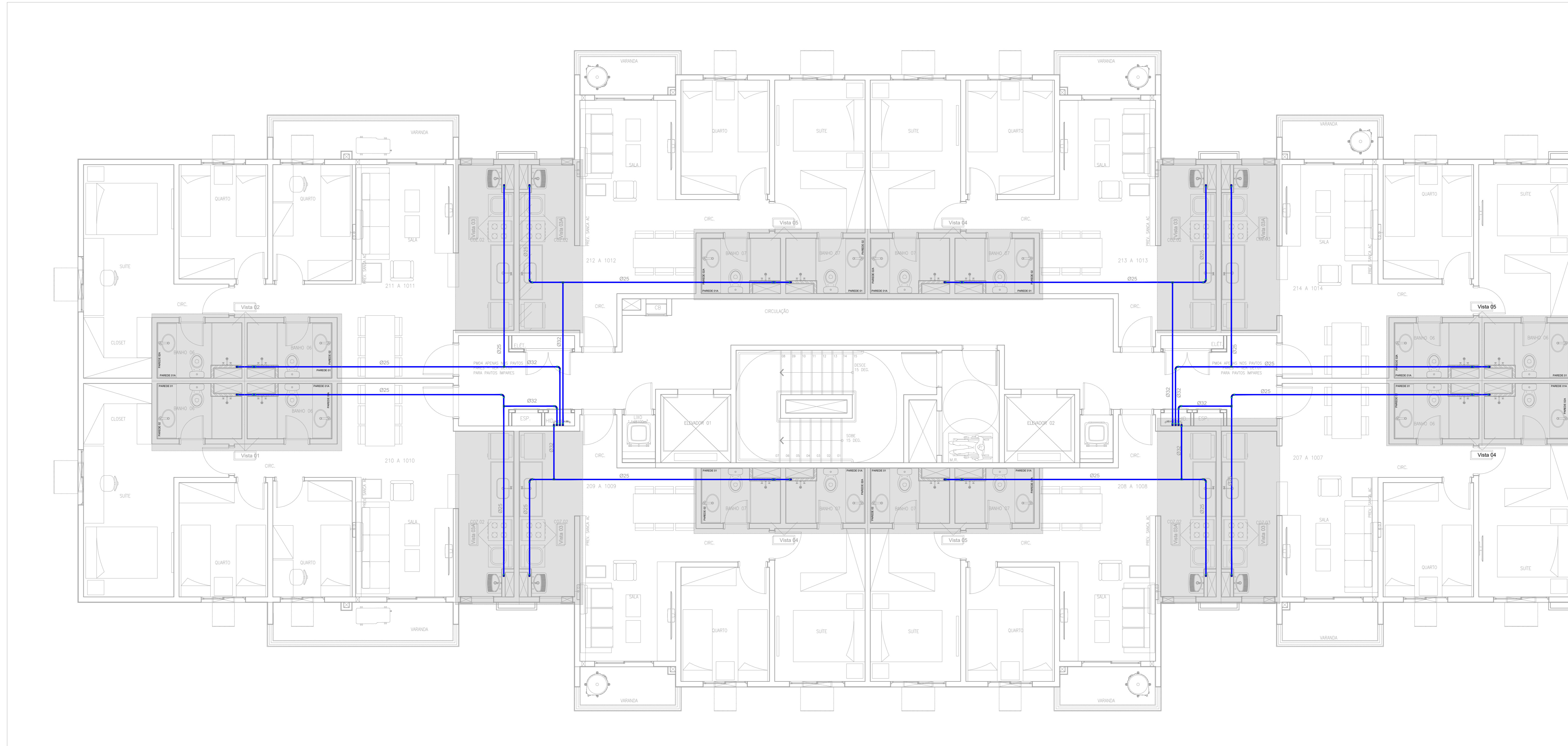
SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **GAFISA economiza 18% em obras com kits hidráulicos e elétricos**. 2017. Disponível em: <https://sebraeinteligenciasetorial.com.br/produtos/noticias-de-impacto/gafisa-economiza-18-em-obras-com-kits-hidraulicos-e-eletricos/59e08a1d00a352170080f9b3>. Acesso em: 08 ago. 2021.

TIGRE. **Catálogo técnico de instalações prediais em PEX**, 2016. Joinville: TIGRE, 2016. 32 p.

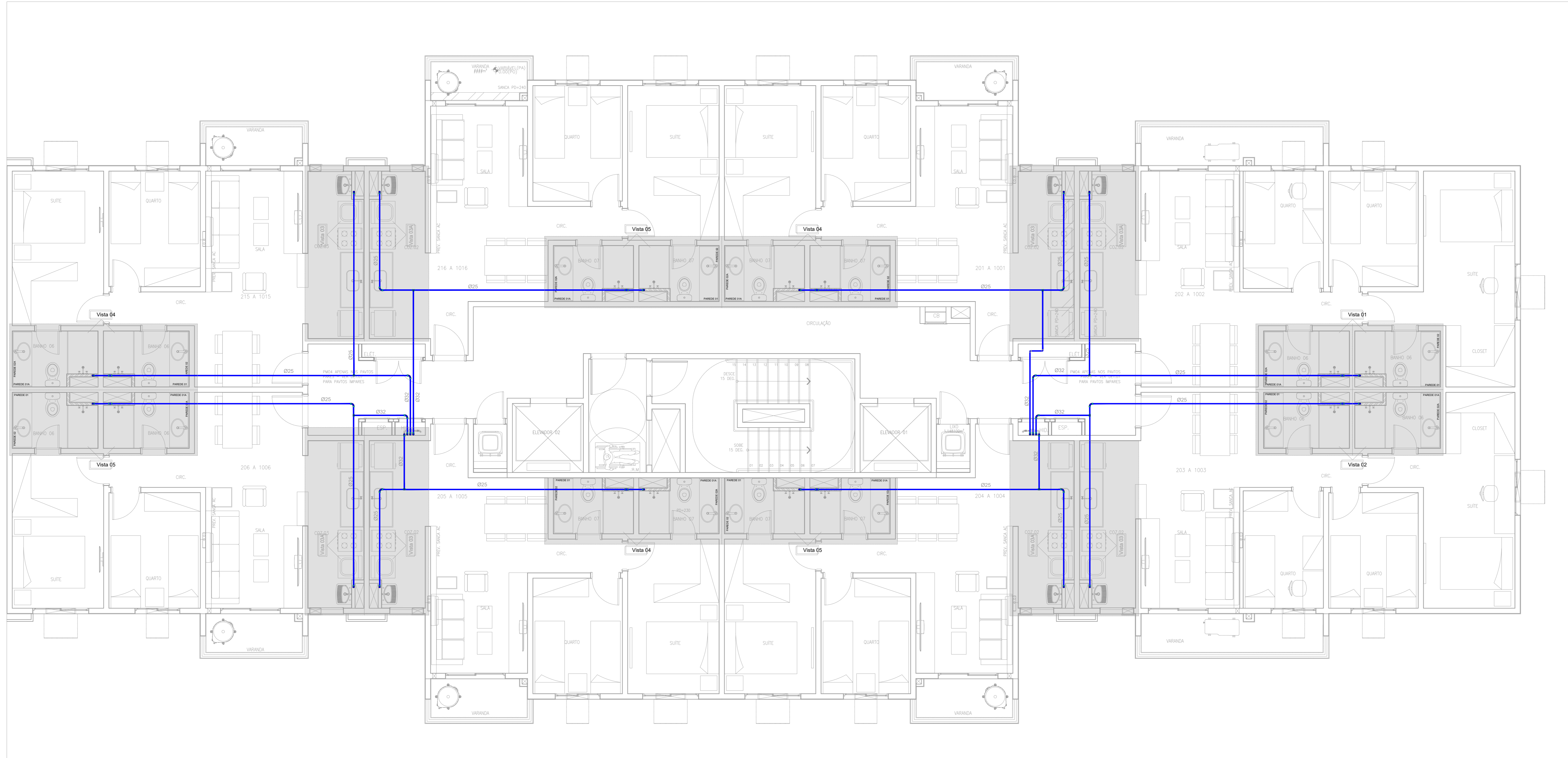
TISAKA, Maçahico. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2006

TRONOLONE, Ernesto Sica. **Instalações hidráulicas**: água fria, água quente, esgoto sanitário, águas pluviais, tanque séptico. São Paulo, 2019. 51 p.

APÊNDICE A – Planta baixa e detalhes do dimensionamento em PVC



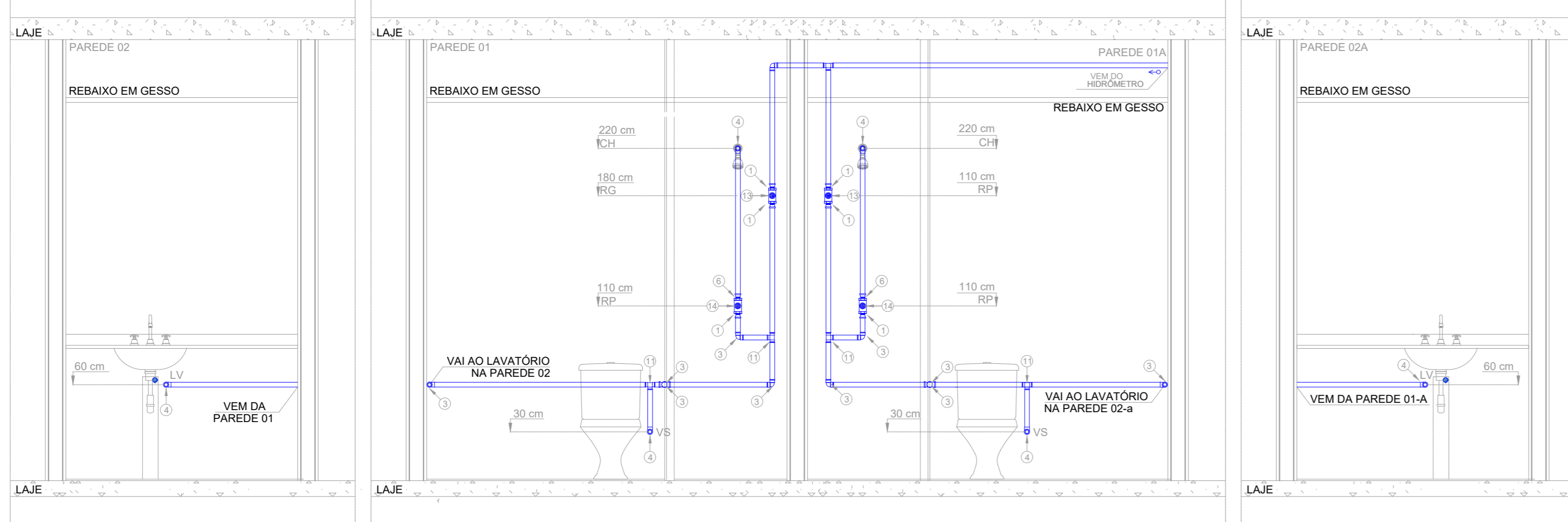
PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
 PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO (PARTE A)
 ESCALA: 1/50



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
 PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO (PARTE B)
 ESCALA: 1/50

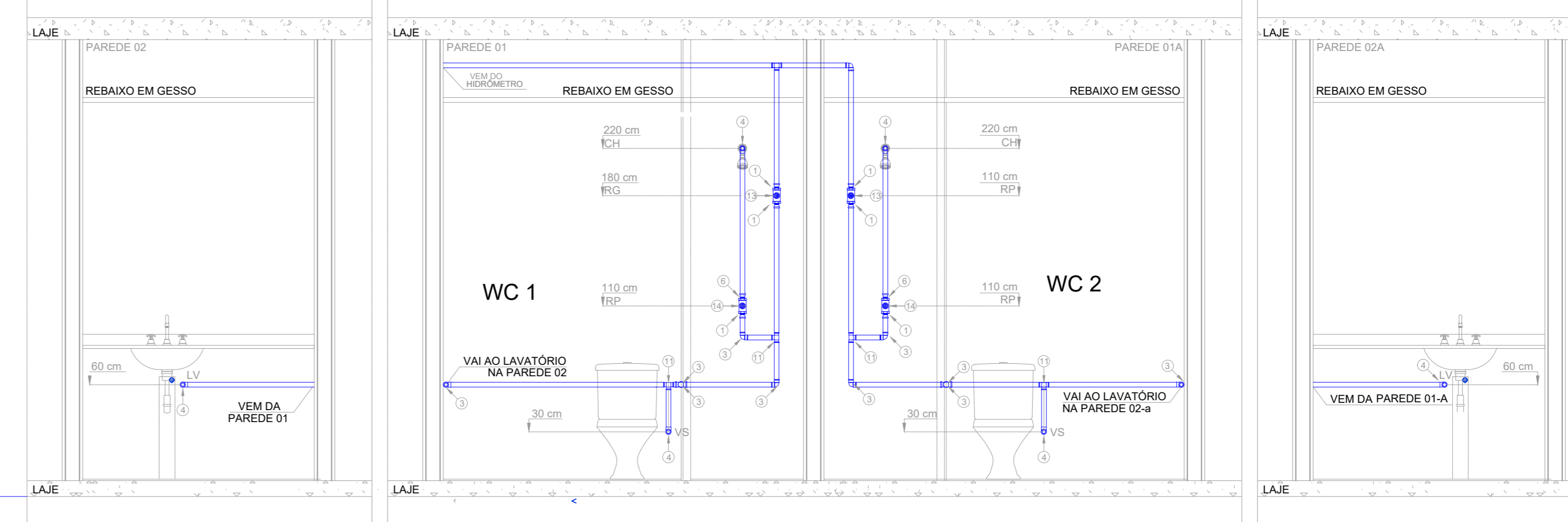
VISTA 1

VISTAS DOS BANHOS DOS APT'S 02 E 10



VISTA 2

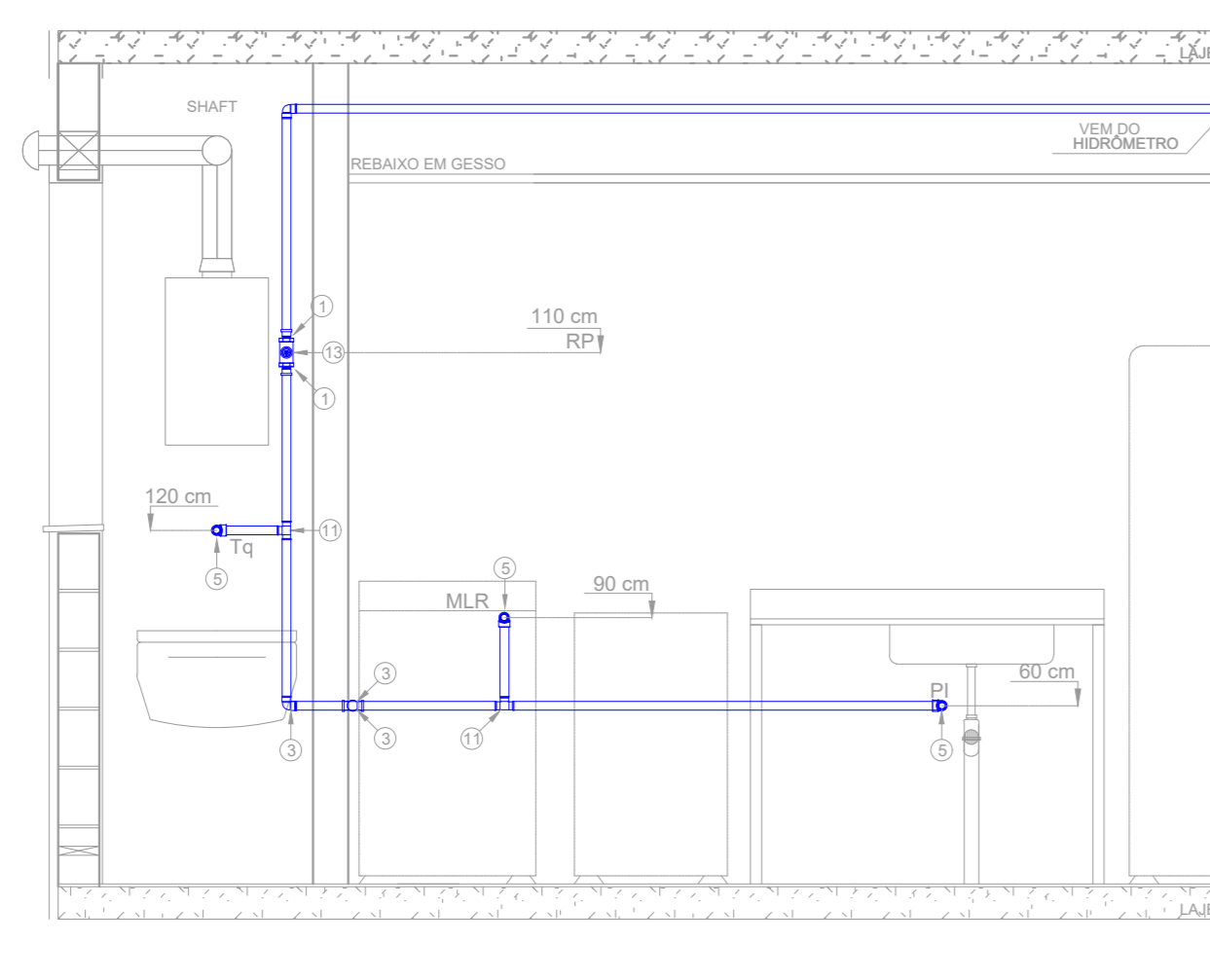
VISTAS DOS BANHOS DOS APT'S 03 E 11



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PVC
ESCALA: 1/25

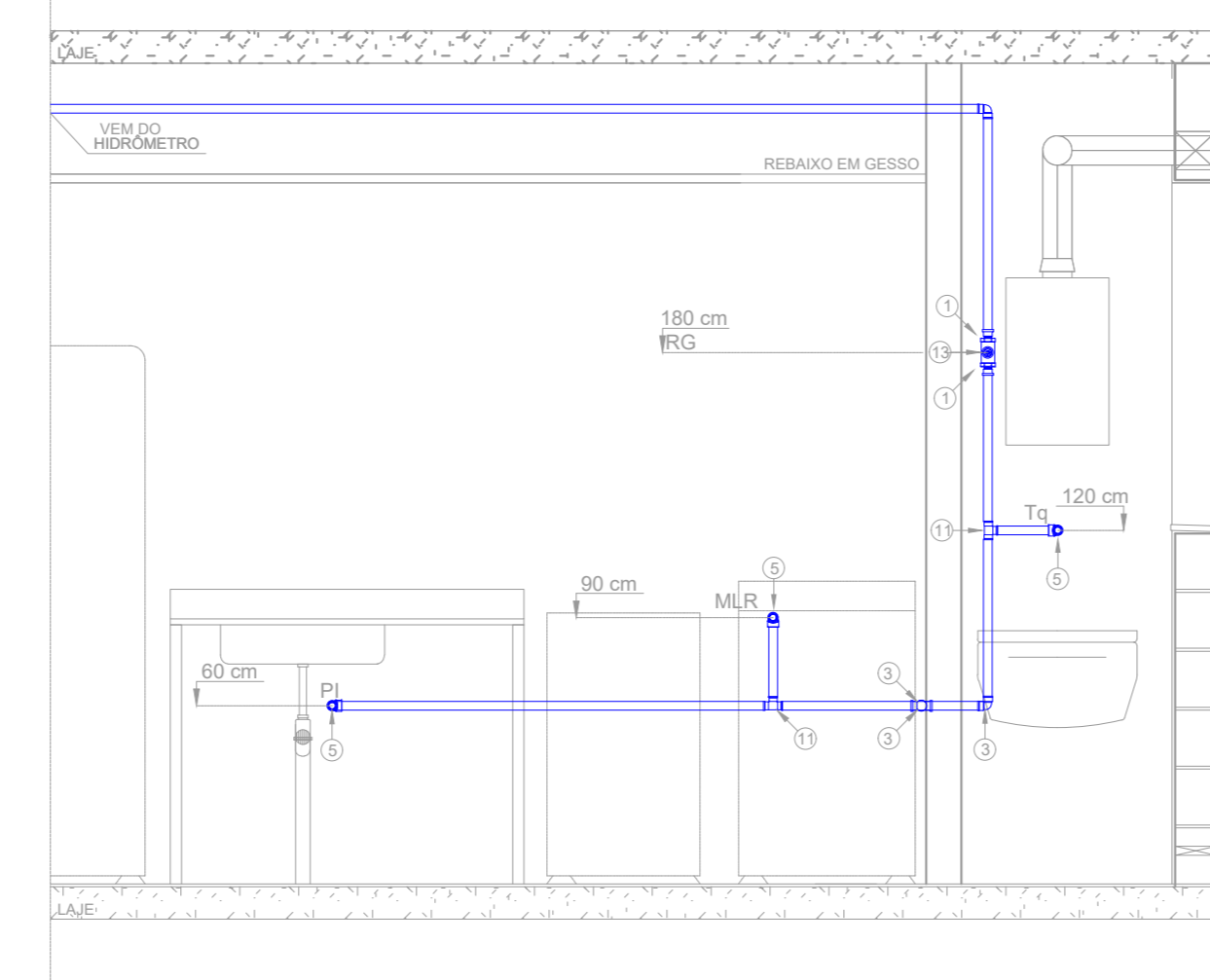
VISTA 3

VISTAS DAS A.SERVIÇO E COZINHA APT's 01,03,05,07,09,11,13 E 15



VISTA 3A

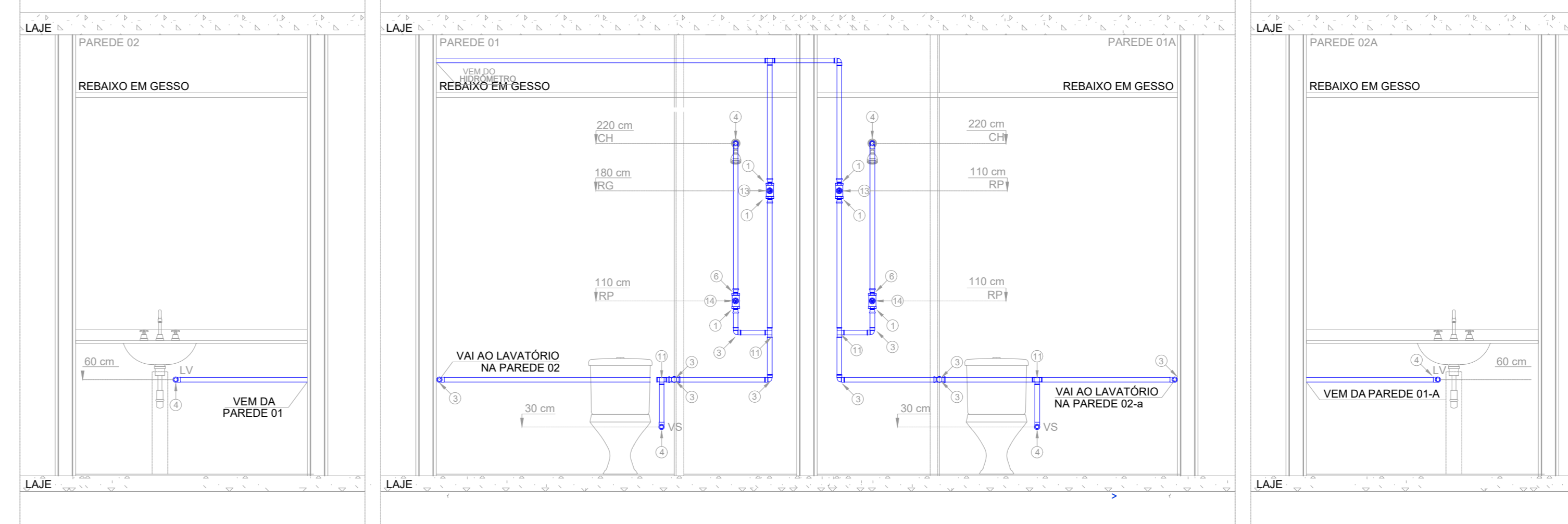
VISTAS DAS A.SERVIÇO E COZINHA APT's 02,04,06,08,10,12,14 E 16



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PVC
ESCALA: 1/25

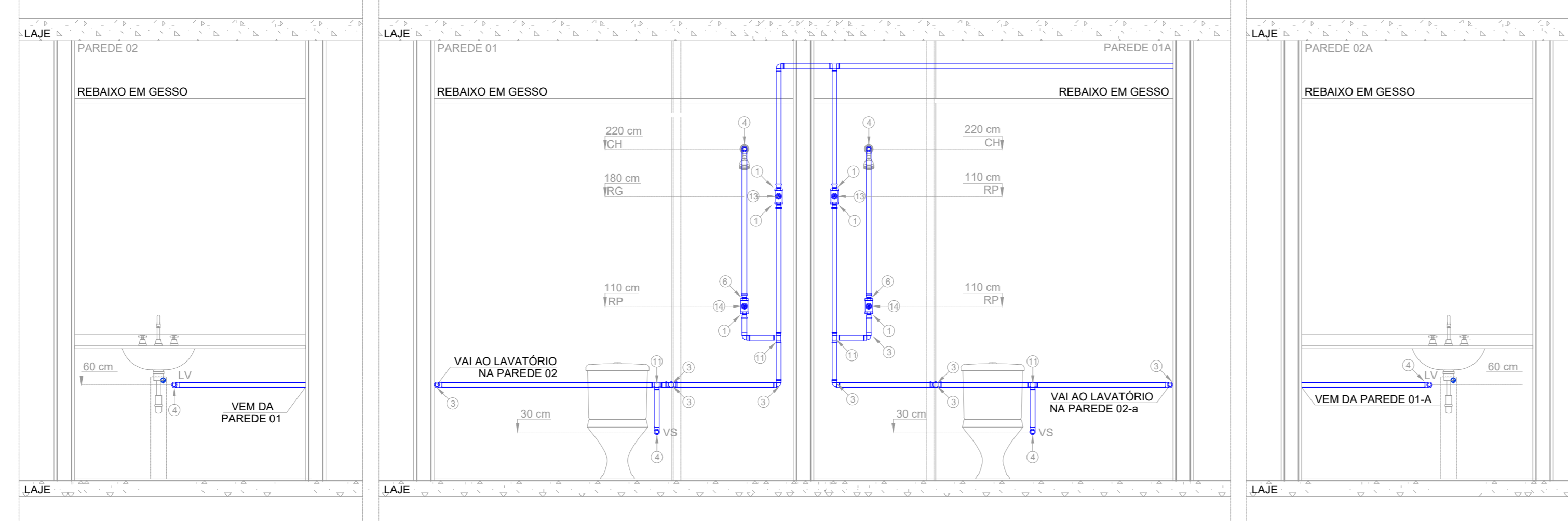
VISTA 4

VISTAS DOS BANHOS DOS APT'S 01,05,07,09,13 E 15



VISTA 5

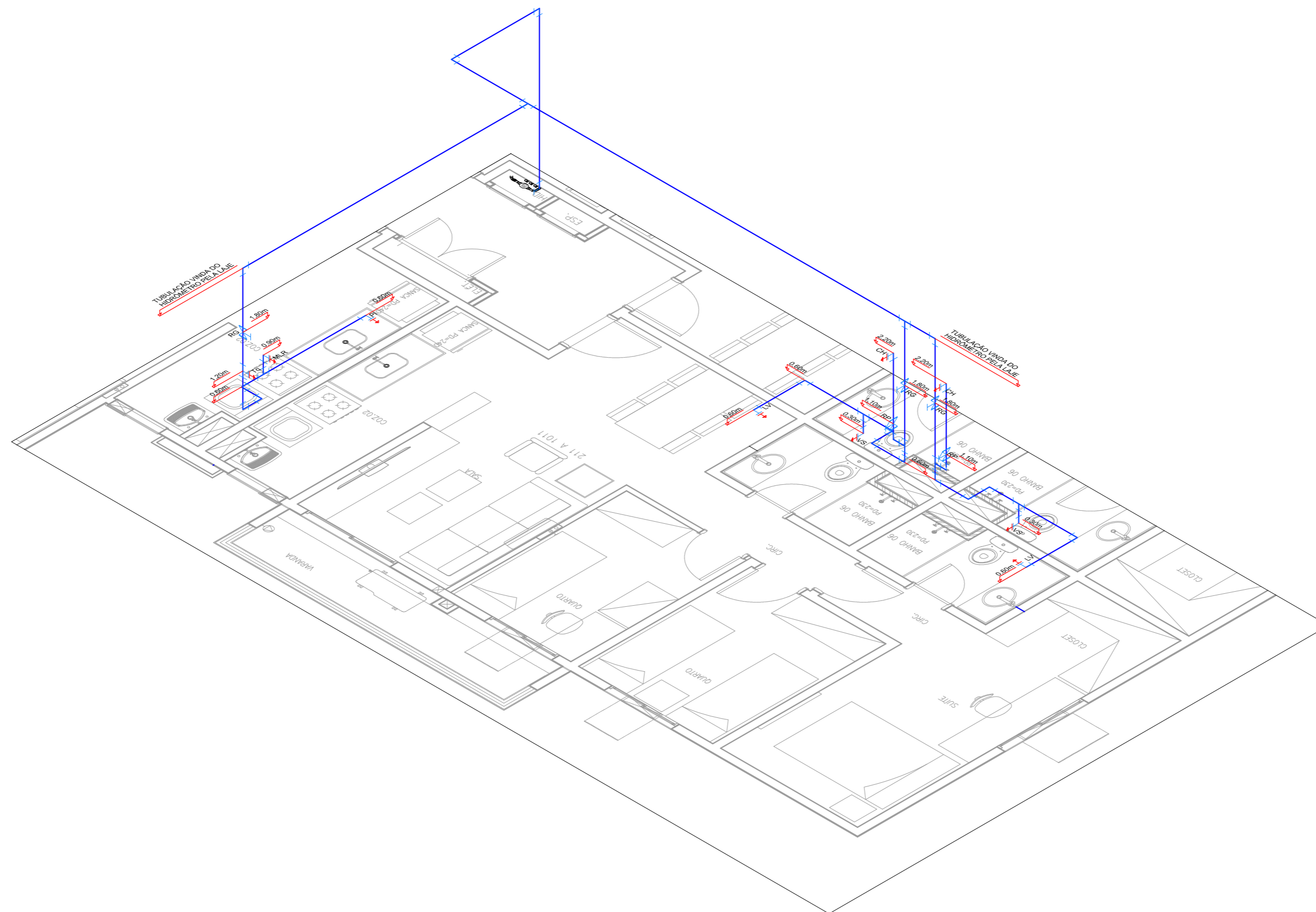
VISTAS DOS BANHOS DOS APT'S 04,06,08,12,14 E 16



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PVC
ESCALA: 1/25

REF.	DESCRIÇÃO DOS MATERIAIS PARA ÁGUA FRIA	DIMENSÕES
1	ADAPTADOR CURTO C/ BOLSAS E ROSCA PARA REGISTRO	25 mm X 3/4"
2	CURVA 90° PVC SOLDÁVEL	25 mm
3	JOELHO 90° PVC SOLDÁVEL	25 mm
4	JOELHO 90° PVC SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO	25 mm x 1/2"
5	JOELHO 90° PVC SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO	25 mm x 3/4"
6	LUVA PVC SOLDÁVEL COM ROSCA DE PVC	25 mm x 3/4"
7	LUVA PVC SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO	25 mm x 1/2"
8	LUVA PVC SOLDÁVEL COM BUCHA DE LATÃO	25 mm x 3/4"
9	PLUG PVC ROSCÁVEL	1/2"
10	PLUG PVC ROSCÁVEL	3/4"
11	TÊ PVC SOLDÁVEL	25 mm
12	TÊ PVC SOLDÁVEL E COM BUCHA DE LATÃO	25 mm x 1/2"
13	REGISTRO DE GAVETA COM CANOPLA	3/4"
14	REGISTRO PRESSÃO	3/4"

LEGENDA DAS INDICAÇÕES E ALTURA DOS PONTOS DE UTILIZAÇÃO DE ÁGUA FRIA EM RELAÇÃO AO PISO			
SÍGLA	NOME DO APARELHO	ALTURA	CONEXÃO
DM	BUCHA DIMENSIONAL	30 cm	25 x 1/2"
LV	LAVATÓRIO	60 cm	25 x 1/2"
VS	VASO SANITÁRIO COM CAIXA ACOPLADA	20 cm	25 x 1/2"
PI	PIA DE COZINHA	60 cm	25 x 3/4"
RG	REGISTRO DE GAVETA	180 cm	3/4"
RP	REGISTRO DE PRESSÃO	110 cm	3/4"
TQ	TANQUE DE LAVAR	50 cm	25 x 3/4"
MLR	MAGUINA DE LAVAR	90 cm	25 x 3/4"
TM	TORNEIRA DE MANUTENÇÃO	60 cm	25 x 1/2"
CH	CHUVEIRO	220 cm	25 x 1/2"



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
 DETALHE ISOMÉTRICO APARTAMENTO TIPO
 ESCALA: _____ 1/50

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
 CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

CURSO:	ENGENHARIA CIVIL	FOLHA:	
ESTUDANTE:	KAREN TAYNA FERNANDES ALMEIDA NÓBREGA		
PROFESSOR:	KATHARINE MEDEIROS		
ASSUNTO:	DETALHE ISOMÉTRICO APARTAMENTO TIPO (PVC)		
DISCIPLINA:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	DATA:	15/09/2021
		ESCALA:	INDICADO

APÊNDICE B – Dimensionamento das tubulações em PVC

Planilha de Cálculo de Instalações Prediais de Água Fria

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Trecho	Σp	Vazão	Diâmetro (\emptyset)	D interno	Velocidade	Verificação da Velocidade	Perda de Carga Unitária	Comp. real	Comp. Equiv. Sing.	Comp. Virtual	Perda de Carga Tubulação	Perda de Carga Registro ou Hidrômetro	Perda de Carga Total	Pressão Disp. Montante	Diferença de Cota	Pressão disp. Residual	Pressão Requerida	Situação
-	(acumulados)	(l/s)	(mm)	(mm)	(m/s)		(m/m)	(m)	(m)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	(m/m)	(m.c.a.)	(m)	(m.c.a.)	(m.c.a.)	-
AB	249,6	4,740	75,00	66,6	1,36	Ok	0,0288	6,37	13,8	20,17	0,582	0,000	0,582	0	2,7	2,12	0,50	Ok
BC	124,8	3,351	60	53,4	1,50	Ok	0,0449	22,61	16,5	39,11	1,756	0,000	1,756	2,12	12,75	13,11	0,50	Ok
CD	20,8	1,368	32	27,8	2,25	Ok	0,2080	1,6	4,2	5,8	1,206	0,000	1,206	13,11	-1,6	10,31	0,50	Ok
DE	5,2	0,684	32	27,8	1,13	Ok	0,0618	0,38	3	3,38	0,209	6,739	6,948	10,31	0	3,36	0,50	Ok
EF	5,2	0,684	32	27,8	1,13	Ok	0,0618	3,5	4,5	8	0,495	0,000	0,495	3,36	0,4	3,26	0,50	Ok
FG	2,8	0,502	25	21,6	1,37	Ok	0,1193	6,8	0,8	7,6	0,907	0,000	0,907	3,26	0	2,36	0,50	Ok
GH	1,4	0,355	25	21,6	0,97	Ok	0,0650	0,5	1,2	1,7	0,111	0,000	0,111	2,36	0	2,25	0,50	Ok
HI	1,4	0,355	25	21,6	0,97	Ok	0,0650	1,75	2,6	4,35	0,283	0,000	0,283	2,25	1,75	3,71	0,50	Ok
IJ	0,4	0,190	25	21,6	0,52	Ok	0,0217	1,45	13,8	15,25	0,331	0,000	0,331	3,71	-1,2	2,18	1,00	Ok
JK	166,4	3,870	75	66,6	1,11	Ok	0,0202	23	11,5	34,5	0,698	0,000	0,698	15,00	1,63	15,93	0,50	Ok
KL	83,2	2,736	60	53,4	1,22	Ok	0,0315	12,6	8,9	21,5	0,677	0,000	0,677	15,93	1,95	17,20	0,50	Ok
LM	20,8	1,368	32	27,8	2,25	Ok	0,2080	1,6	4,2	5,8	1,206	0,000	1,206	17,20	-1,6	14,40	0,50	Ok
MN	5,2	0,684	25	21,6	1,87	Ok	0,2050	0,38	2,4	2,78	0,570	6,739	7,309	14,40	0	7,09	0,50	Ok
NO	5,2	0,684	32	27,8	1,13	Ok	0,0618	3,5	4,5	8	0,495	0,000	0,495	7,09	0,4	6,99	0,50	Ok
OP	2,8	0,502	25	21,6	1,37	Ok	0,1193	6,8	0,8	7,6	0,907	0,000	0,907	6,99	0	6,09	0,50	Ok
PQ	1,4	0,355	25	21,6	0,97	Ok	0,0650	0,5	1,2	1,7	0,111	0,000	0,111	6,09	0	5,98	0,50	Ok
QR	1,4	0,355	25	21,6	0,97	Ok	0,0650	1,75	2,6	4,35	0,283	0,000	0,283	5,98	1,75	7,44	0,50	Ok
RS	0,4	0,190	25	21,6	0,52	Ok	0,0217	1,45	13,8	15,25	0,331	0,000	0,331	7,44	-1,2	5,91	1,00	Ok

APÊNDICE C – Orçamento do dimensionamento em PEX

INSTALAÇÕES HIDRAULICAS - PEX

Bancos
SINAPI -
07/2021 -
Paraíba

B.D.I.
25,0%

Encargos Sociais
Não Desonerado:
embutido nos preços
unitário dos insumos
de mão de obra, de
acordo com as bases.

Orçamento Sintética

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total	Peso (%)
1			INSTALAÇÕES HIDRAULICAS - PEX					R\$ 320.352,10	100,00 %
1.1	96794	SINAPI	TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN 16, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	M	3248	R\$ 8,75	R\$ 10,93	R\$ 35.500,64	11,08 %
1.2	96795	SINAPI	TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN 20, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	M	2228	R\$ 11,21	R\$ 14,01	R\$ 31.214,28	9,74 %
1.3	96800	SINAPI	TUBO, PEX, MONOCAMADA, DN 25, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	M	1229	R\$ 17,14	R\$ 21,42	R\$ 26.325,18	8,22 %
1.4	89984	SINAPI	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 1/2", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	UN	320	R\$ 83,18	R\$ 103,97	R\$ 33.270,40	10,39 %
1.5	96860	SINAPI	TÊ, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 16 MM, CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN	800	R\$ 27,31	R\$ 34,13	R\$ 27.304,00	8,52 %
1.6	96862	SINAPI	TÊ, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 20 MM, CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN	1600	R\$ 32,99	R\$ 41,23	R\$ 65.968,00	20,59 %
1.7	96837	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 16 MM, CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN	320	R\$ 23,97	R\$ 29,96	R\$ 9.587,20	2,99 %

1.8	96809	SINAPI	CONEXÃO FIXA, ROSCA FÊMEA, METÁLICA, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 16 MM X 1/2", COM ANEL DESLIZANTE. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN	1120	R\$ 15,69	R\$ 19,61	R\$ 21.963,20	6,86 %
1.9	96838	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, ROSCA FÊMEA TERMINAL, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 16MM X 1/2", CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN	960	R\$ 21,79	R\$ 27,23	R\$ 26.140,80	8,16 %
1.10	96842	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, ROSCA FÊMEA TERMINAL, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, DN 20 MM X 3/4", CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN	160	R\$ 31,54	R\$ 39,42	R\$ 6.307,20	1,97 %
1.11	96873	SINAPI	DISTRIBUIDOR 2 SAÍDAS, METÁLICO, PARA INSTALAÇÕES EM PEX, ENTRADA DE 1" X 2 SAÍDAS DE 1/2", CONEXÃO POR ANEL DESLIZANTE – FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2015	UN	320	R\$ 91,93	R\$ 114,91	R\$ 36.771,20	11,48 %

Total sem BDI

256.336,14

Total do BDI

64.015,96

Total Geral

320.352,10

APÊNDICE D – Orçamento do dimensionamento em PVC

Bancos B.D.I.
 SINAPI - 07/2021 25,0%
 - Paraíba

Encargos Sociais
 Não Desonerado:
 embutido nos preços
 unitário dos insumos
 de mão de obra, de
 acordo com as
 bases.

INSTALAÇÕES HIDRAULICAS - PVC

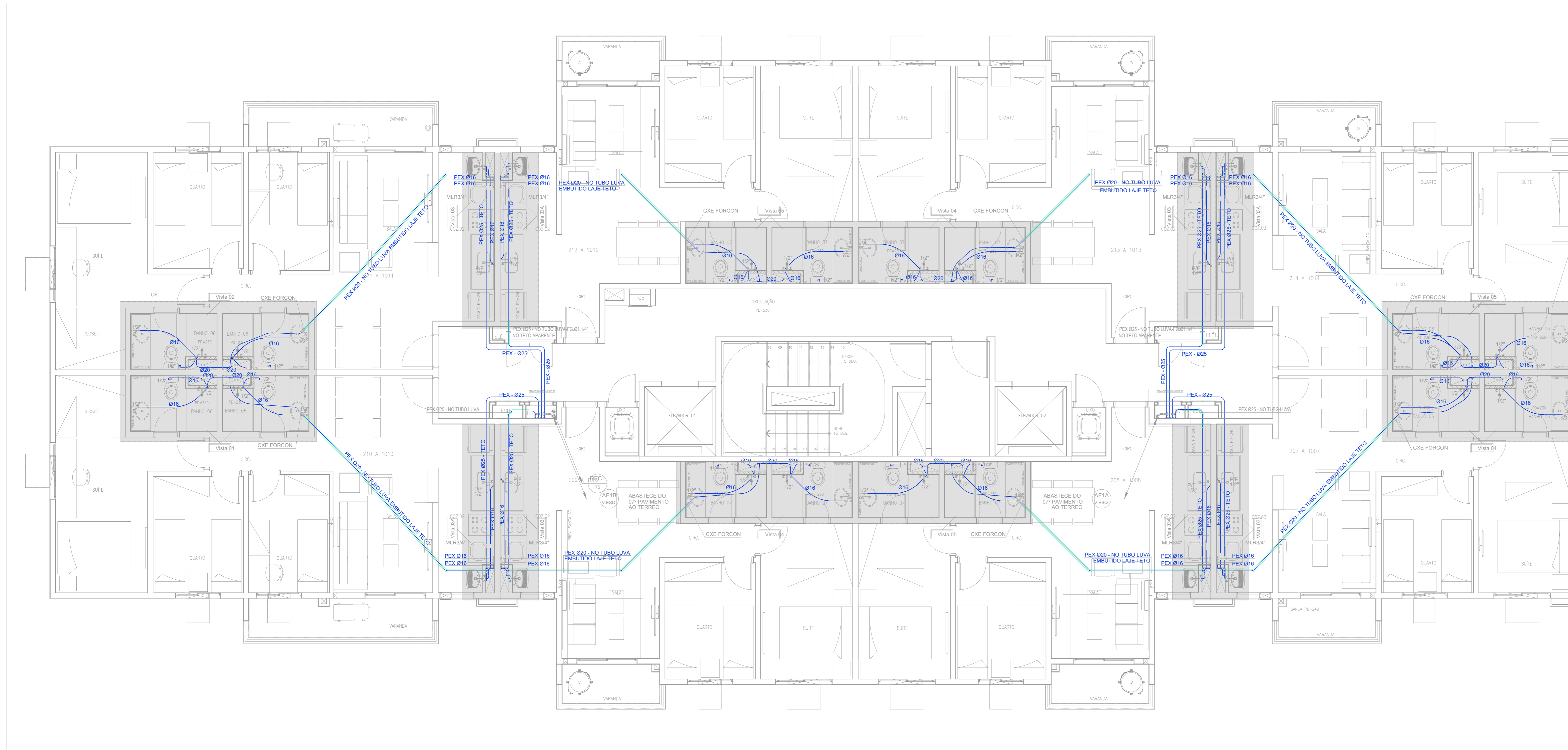
Orçamento Sintética

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit com BDI	Total	Peso (%)
1			INSTALAÇÕES HIDRAULICAS - PVC					R\$ 279.440,10	100,00 %
1.1	89429	SINAPI	ADAPTADOR CURTO COM BOLSA E ROSCA PARA REGISTRO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 3/4" , INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	1280	R\$ 3,80	R\$ 4,75	R\$ 6.080,00	2,18 %
1.2	89415	SINAPI	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	80	R\$ 12,82	R\$ 16,02	R\$ 1.281,60	0,46 %
1.3	89364	SINAPI	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	120	R\$ 9,48	R\$ 11,85	R\$ 1.422,00	0,51 %
1.4	89362	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	2400	R\$ 6,72	R\$ 8,40	R\$ 20.160,00	7,21 %
1.5	89413	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	20	R\$ 7,16	R\$ 8,95	R\$ 179,00	0,06 %
1.6	90373	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 1/2" INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	960	R\$ 13,07	R\$ 16,33	R\$ 15.676,80	5,61 %

1.7	89366	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, X 3/4" INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	480	R\$ 14,41	R\$ 18,01	R\$ 8.644,80	3,09 %
1.8	89385	SINAPI	LUVA SOLDÁVEL E COM ROSCA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM X 3/4" , INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	320	R\$ 6,07	R\$ 7,58	R\$ 2.425,60	0,87 %
1.9	89380	SINAPI	LUVA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	160	R\$ 8,49	R\$ 10,61	R\$ 1.697,60	0,61 %
1.10	89987	SINAPI	REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	UN	480	R\$ 90,28	R\$ 112,85	R\$ 54.168,00	19,38 %
1.11	89985	SINAPI	REGISTRO DE PRESSÃO BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 3/4", COM ACABAMENTO E CANOPLA CROMADOS. FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA. AF_12/2014	UN	320	R\$ 85,67	R\$ 107,08	R\$ 34.265,60	12,26 %
1.12	89395	SINAPI	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	UN	1280	R\$ 9,42	R\$ 11,77	R\$ 15.065,60	5,39 %
1.13	89356	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	M	5110	R\$ 17,37	R\$ 21,71	R\$ 110.938,10	39,70 %
1.14	89403	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2014	M	395,5	R\$ 15,04	R\$ 18,80	R\$ 7.435,40	2,66 %

Total sem BDI	R\$
	223.578,62
Total do BDI	R\$
	55.861,48
Total Geral	R\$
	279.440,10

ANEXO A – Planta baixa e detalhes do dimensionamento em PEX



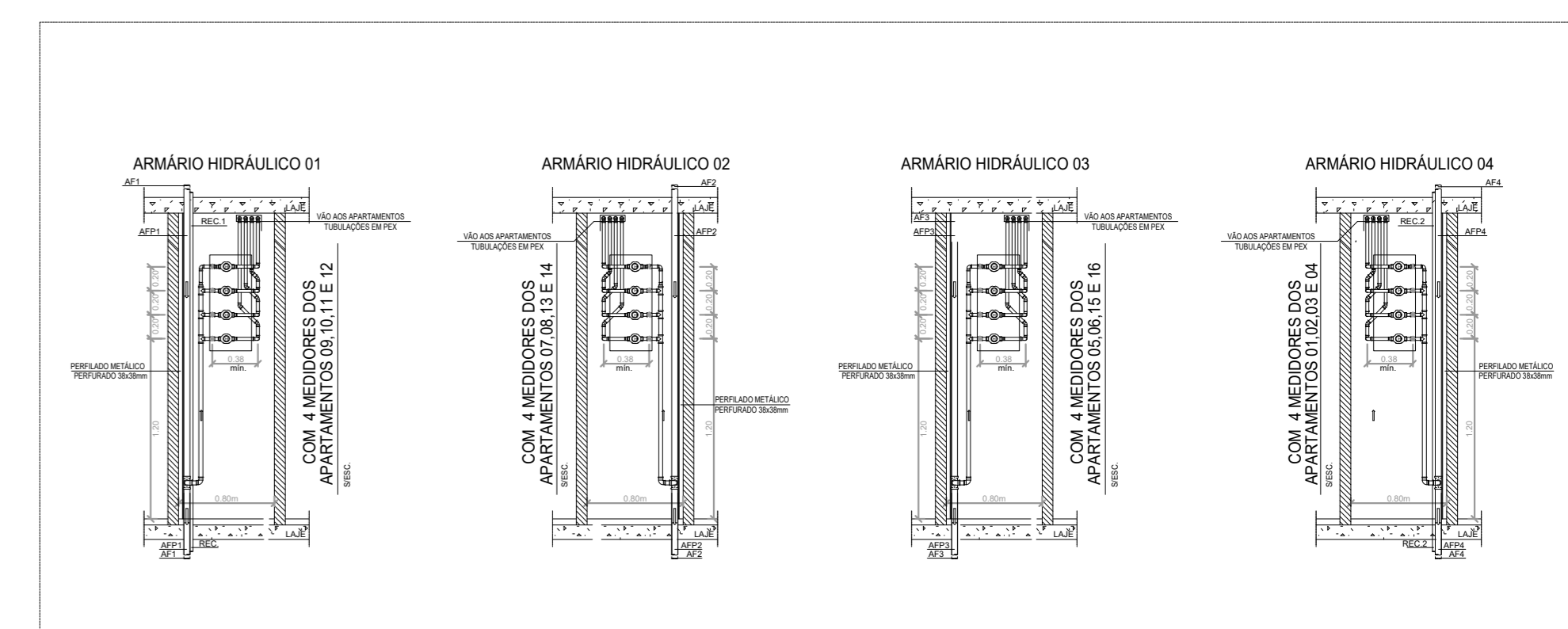
LEGENDA

	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA PELO REBAIXO DO PAVIMENTO INFERIOR
	PONTO DE ÁGUA FRIA
	REGISTRO DE PRESSÃO - ÁGUA FRIA
	REGISTRO DE GAVETA
	TORNEIRA
	LAV LAVATÓRIO - 1/2"
	VS VASO SANITÁRIO - 1/2"
	CH CHUVEIRO - 1/2"
	PIA PIA DA COZINHA - 1/2"
	F FILTRO - 1/2"
	TQ TANQUE - 3/4"
	MLR MAQUINA DE LAVAR ROUPA - 3/4"
	AQ AQUECEDOR - 1/2"
	T TORNEIRA - 1/2"
	DH DUCHA HIGIÊNICA JUNTO COM O PONTO DO VASO SANITÁRIO

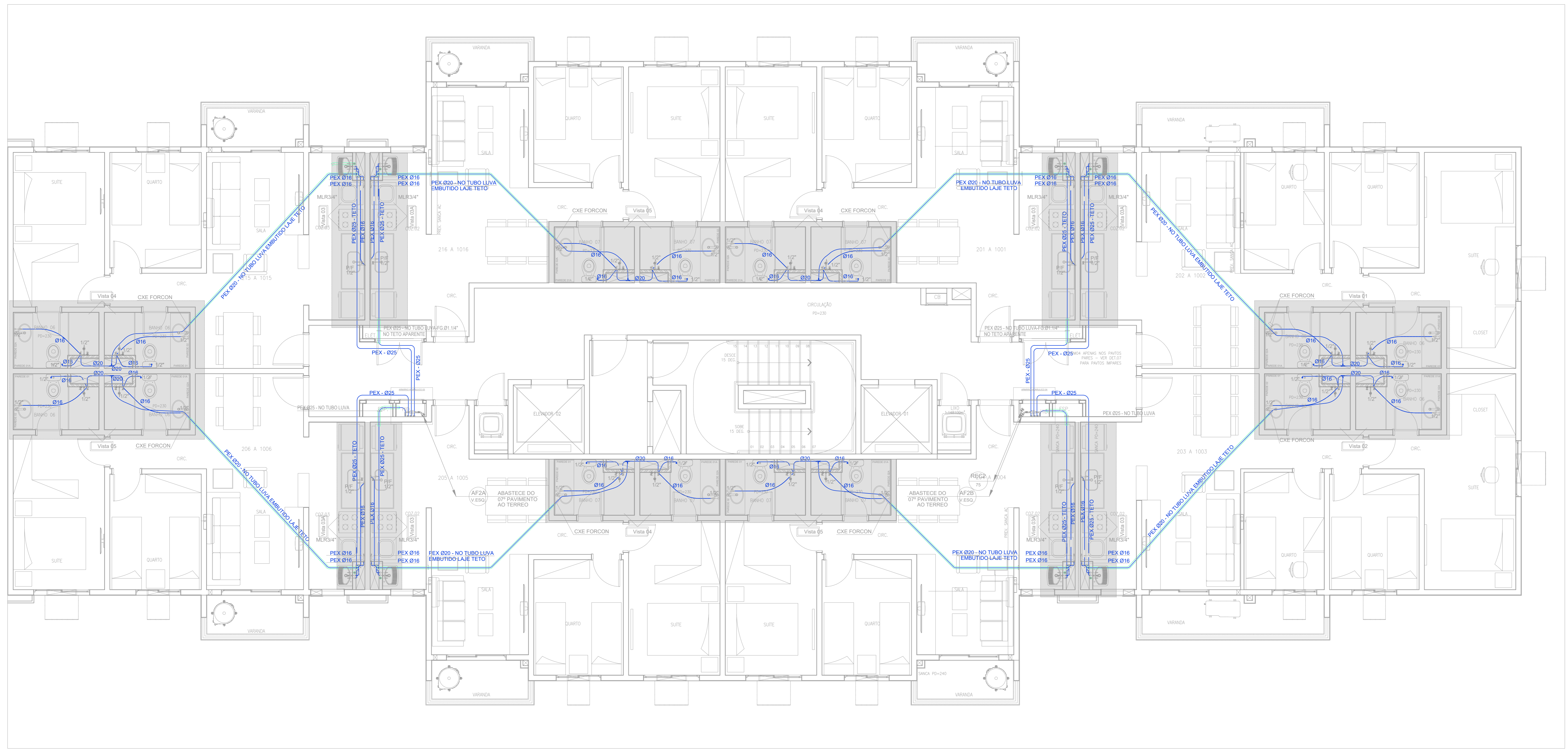
TABELAS

TABELA DE EQUIVALÊNCIA - TUBULAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

PVC SOLGÁVEL	20	25	32	40	50	60	75	85	110
PEX	16	20	25	32	-	-	-	-	-



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
 PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO (PARTE A)
 ESCALA: 1/50



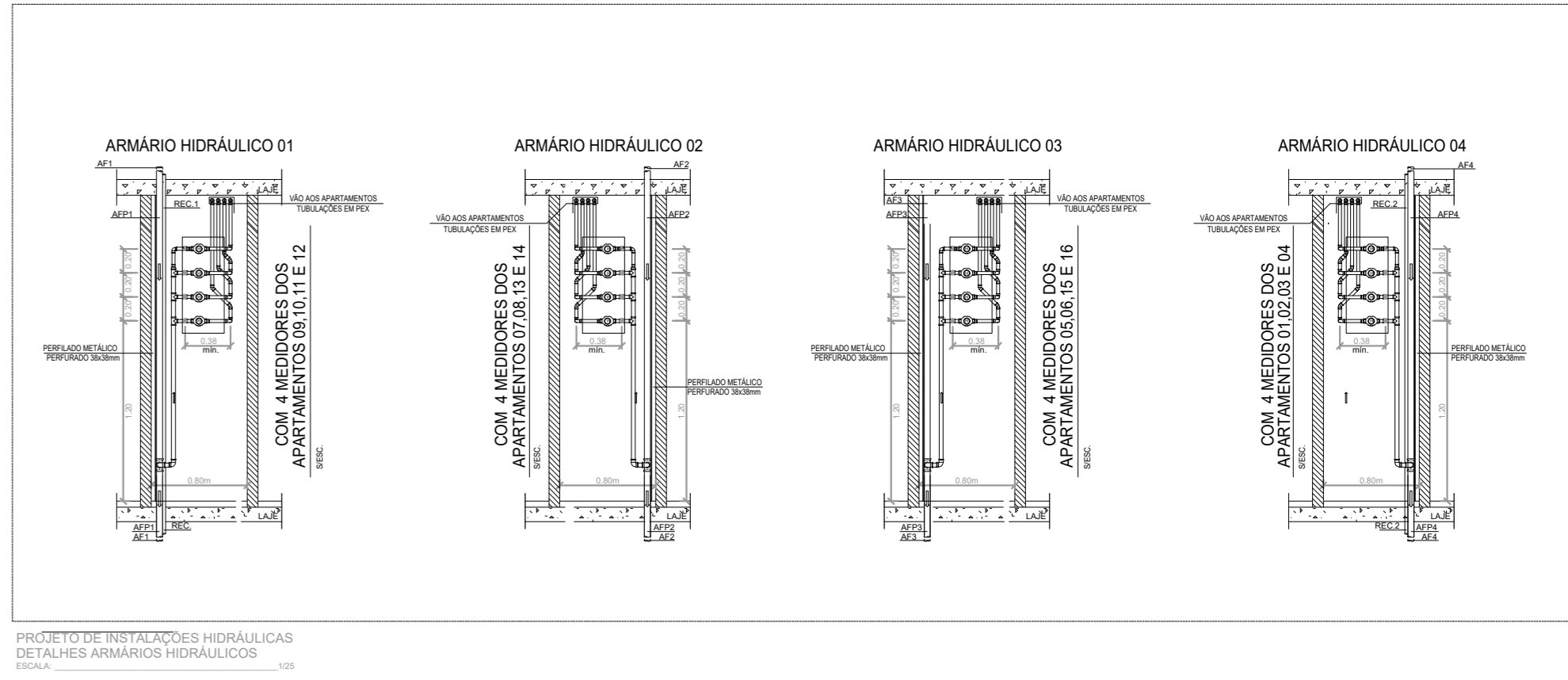
LEGENDA

	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA PELO REBAIXO DO PAVIMENTO INFERIOR
	PONTO DE ÁGUA FRIA
	REGISTRO DE PRESSÃO - ÁGUA FRIA
	REGISTRO DE GAVETA
	TORNEIRA
	LAV
	LAVATÓRIO - 1/2"
	VS
	VASO SANITÁRIO - 1/2"
	CH
	CHUVEIRO - 1/2"
	PIA
	PIA DA COZINHA - 1/2"
	F
	FILTRO - 1/2"
	TD
	TANQUE - 3/4"
	MLR
	MAQUINA DE LAVAR ROUPA - 3/4"
	AQ
	AQUECEDOR - 1/2"
	T
	TORNEIRA - 1/2"
	DH
	DUCHA HIGIÊNICA JUNTO COM O PONTO DO VASO SANITÁRIO

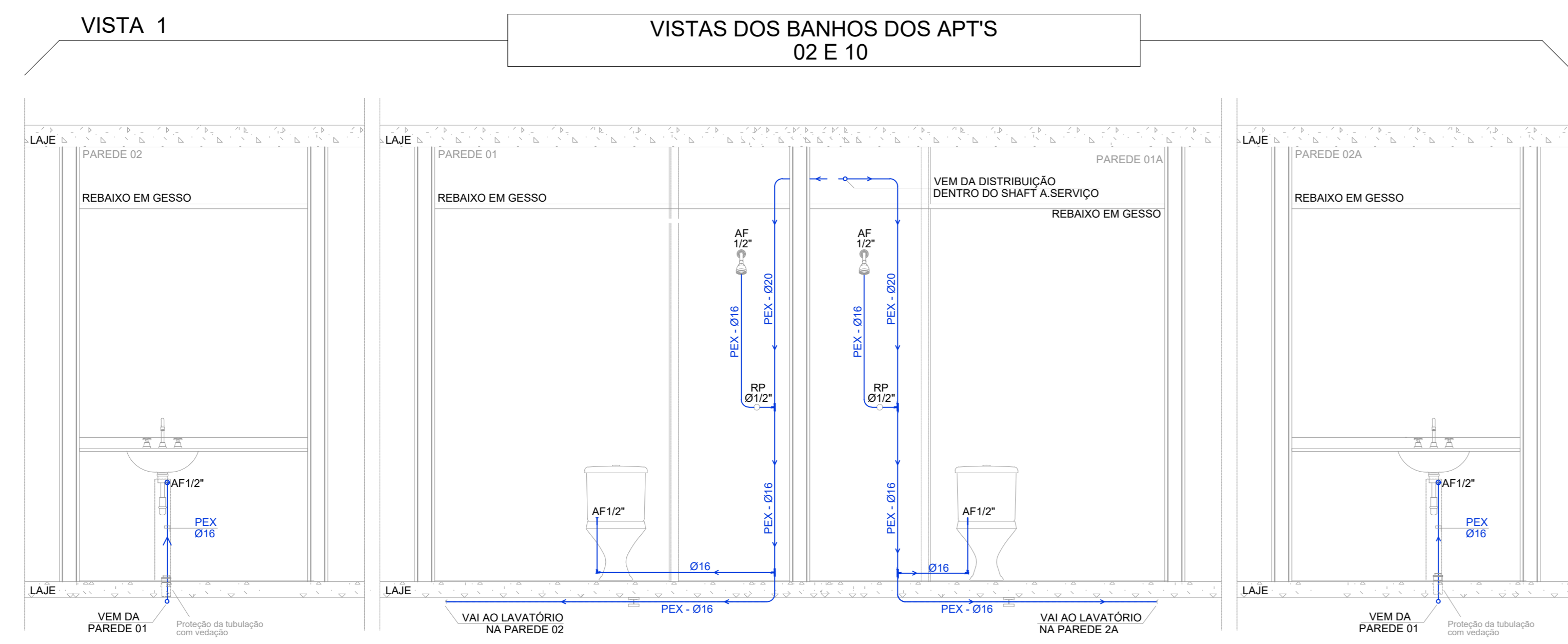
TABELAS

TABELA DE EQUIVALÊNCIA - TUBULAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

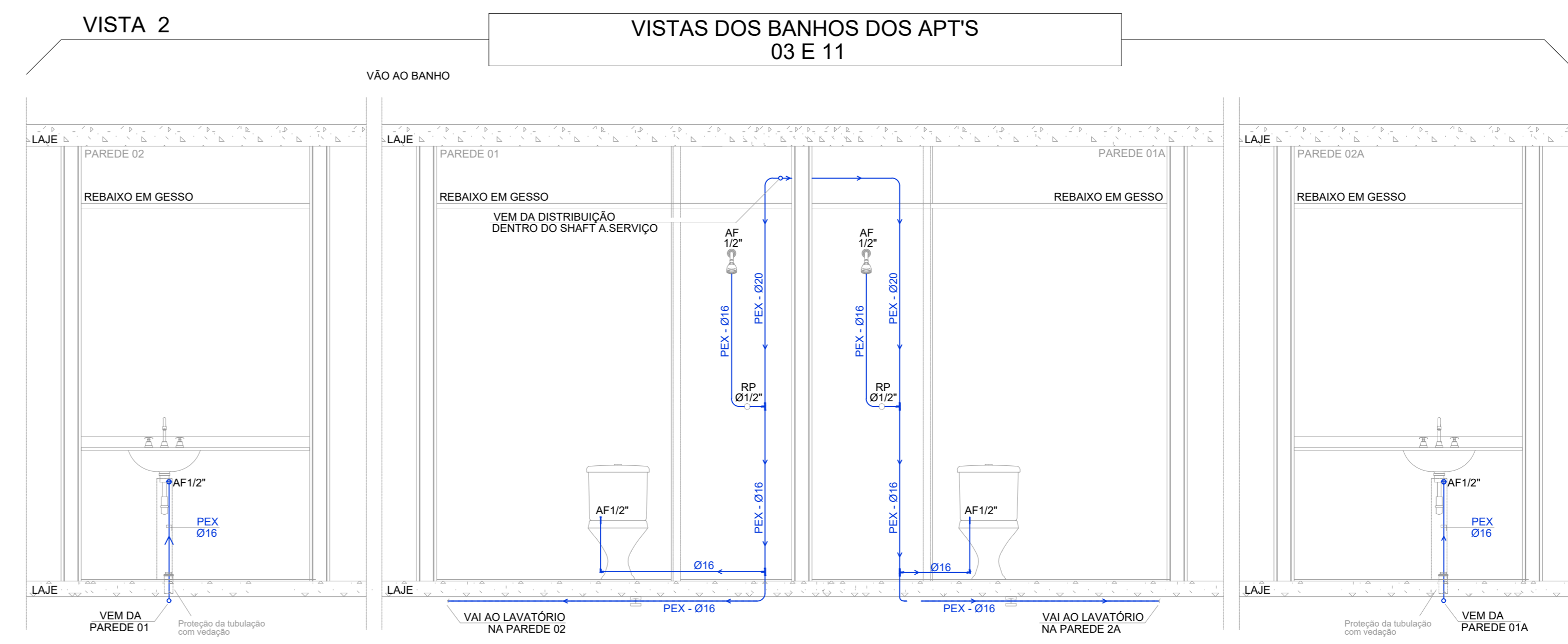
PVC SOLDÁVEL	20	25	32	40	50	60	75	85	110
PEX	16	20	25	32	-	-	-	-	-



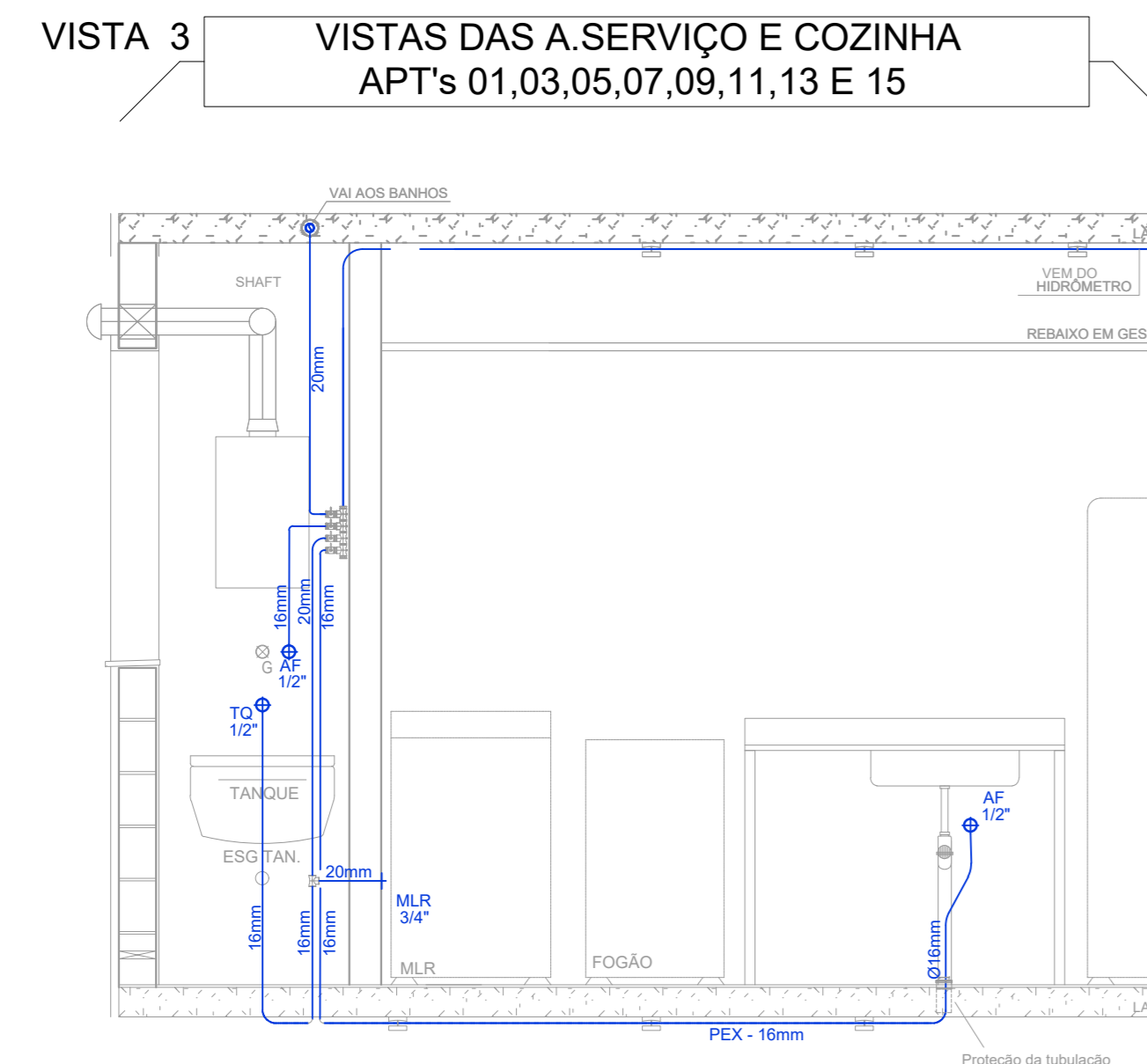
PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
 PLANTA BAIXA - PAVIMENTO TIPO (PARTE B)
 ESCALA: 1/50



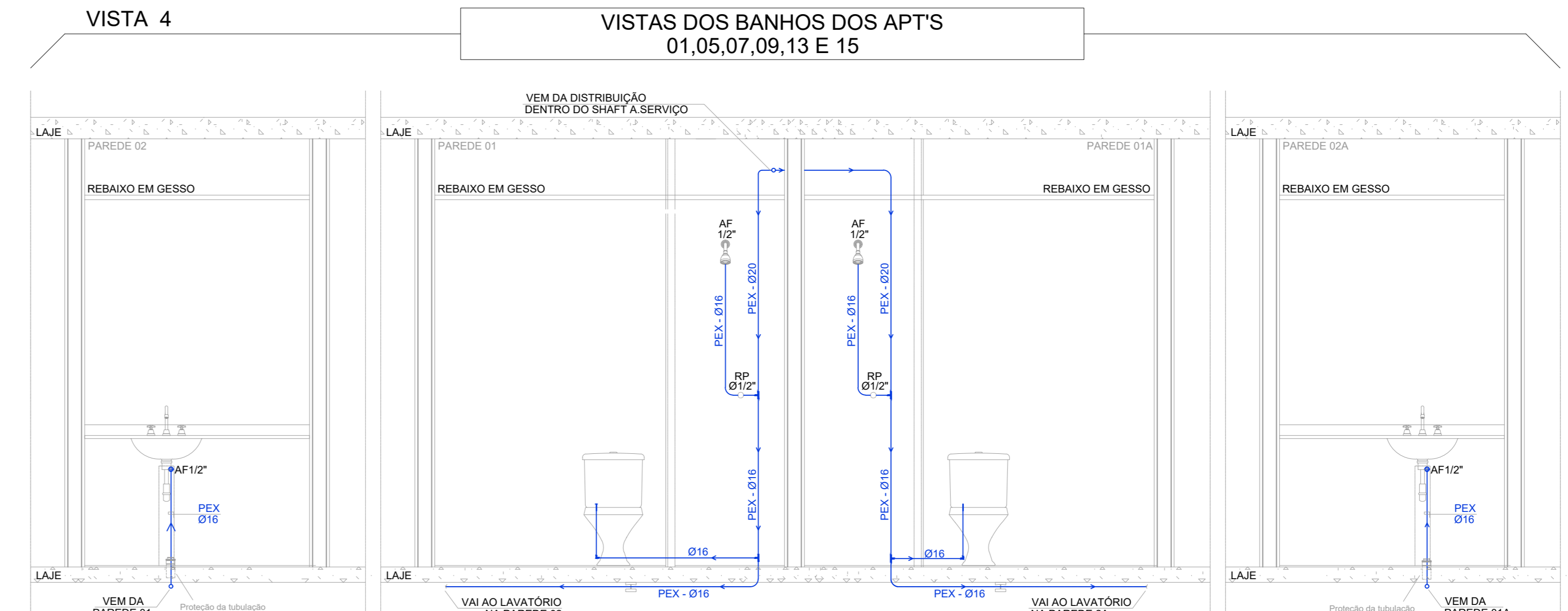
PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PEX
ESCALA: 1:25



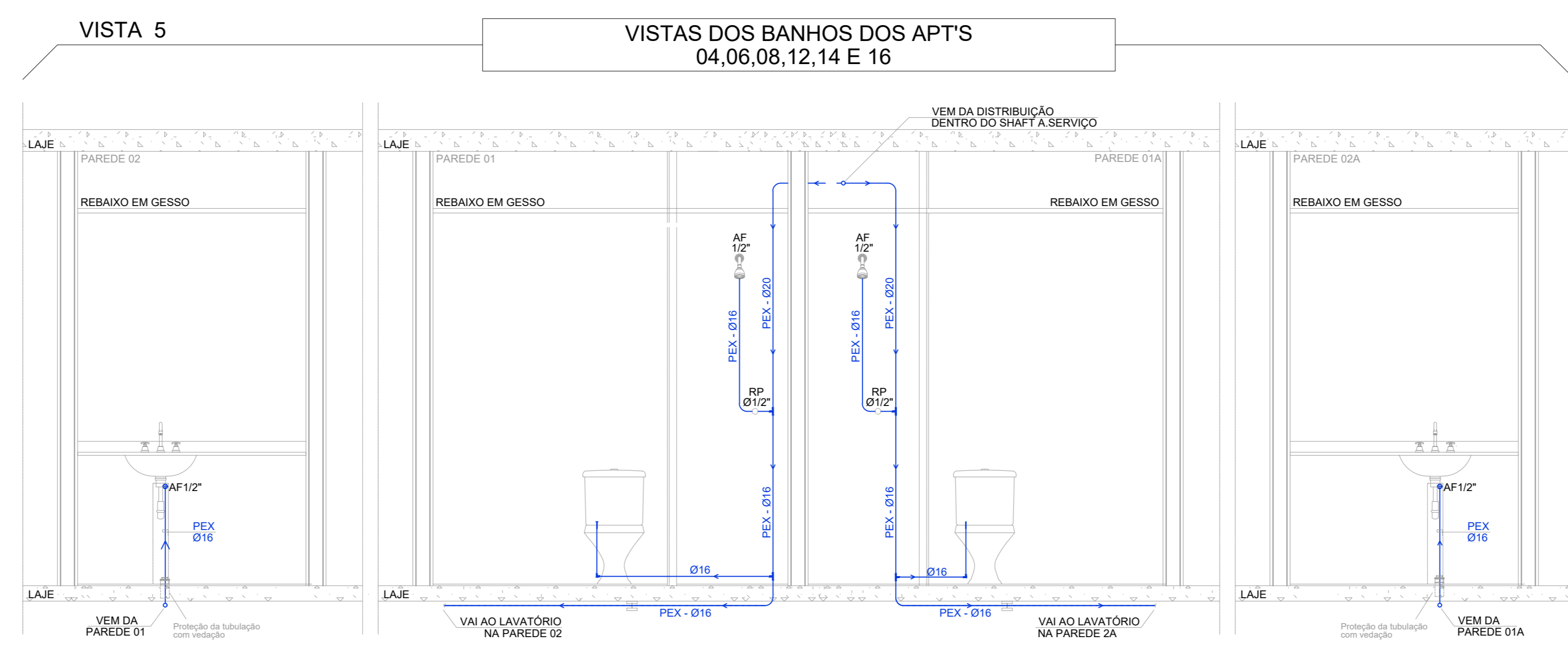
PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PEX
ESCALA: 1:25



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PEX
ESCALA: 1:25



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PEX
ESCALA: 1:25



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
DETALHES TUBULAÇÕES EM PEX
ESCALA: 1:25

ANEXO B – Corte esquemático da edificação



PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS
COMPLEMENTAR