

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GIOVANNA BONGIORNI**

**PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS COM SISTEMA  
INDUSTRIALIZADO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

**FLORIANÓPOLIS, 2022**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO SUPERIOR DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**GIOVANNA BONGIORNI**

**PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS COM SISTEMA  
INDUSTRIALIZADO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Programa do Curso  
Superior em Engenharia Civil do Campus  
Florianópolis do Instituto Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do título de  
Engenheira Civil.

Orientador: Samuel João da Silveira, Dr.

**FLORIANÓPOLIS, 2022**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Bongiorni, Giovanna  
**Projeto de Instalações Hidrossanitárias com Sistema Industrializado de uma edificação residencial multifamiliar / Giovanna Bongiorni; orientação de Samuel João da Silveira.** - Florianópolis, SC, 2022.  
107 p.

**Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico de Construção Civil.**  
Inclui Referências.

1. Kit hidráulico industrializado. 2. PEX. 3. Projeto hidrossanitário. 4. Sistema hidrossanitário. I. Silveira, Samuel João da. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Projeto de Instalações Hidrossanitárias com Sistema Industrializado de uma edificação residencial multifamiliar.

**PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS COM SISTEMA  
INDUSTRIALIZADO DE UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

**GIOVANNA BONGIORNI**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 22 de dezembro, 2022.

Banca Examinadora:

---

Prof. Samuel João da Silveira, Dr.  
Orientador

---

Prof. Reginaldo Campolino Jaques, Me.

---

Prof. Ricardo Clemente de Lima, Me.

Aos meus pais, Carla e Alexandre.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à minha mãe, Carla, por me apoiar sempre em todos os momentos e me incentivar sempre em busca dos meus sonhos, pelo cuidado, carinho e paciência que teve comigo durante esse período, e por sempre se fazer presente, onde quer que estejamos.

Ao meu pai e irmã, Alexandre e Letícia, por todos os ensinamentos, inspiração e admiração.

Ao João, que me acolheu e me ajudou em todos os momentos durante esse trabalho, e fez esse período se tornar mais leve. E por sempre acreditar em mim e me colocar pra cima.

Ao professor Samuel, que me orientou e forneceu todas as ferramentas para a elaboração desse trabalho de forma excelente, e à banca que contribuiu para o engrandecimento da pesquisa.

Aos amigos que a Tríade Empresa Junior me deu, por me ensinarem tanto em tão pouco tempo, e pelas memórias inesquecíveis que criamos juntos.

As minhas amigas Luiza e Karine, por tornarem nossos momentos mais descontraídos, e sempre aflorar a minha melhor versão.

À Première Engenharia, por disponibilizar o projeto para a realização deste trabalho, por confiar no meu trabalho, me acolher e me ajudar quando precisei.

Agradeço também ao Vitório, Jerônimo, e aos antigos colegas da SPM Engenharia, por terem apostado e confiado em mim, e por terem guiado e me ensinado tanto, lá no início da minha carreira.

Ao IFSC e professores por todo o ensino de qualidade que tive acesso, desde o ensino médio técnico até a graduação.

Agradeço imensamente a todos que passaram pelo meu caminho, com quem pude trocar experiências, e que me ensinaram a ser uma pessoa e profissional melhor.

E por fim, agradeço a mim também, por nunca ter desistido, por mais “montanha russa” que a jornada tenha sido. Por sempre tentar enxergar as coisas pelo lado positivo, aprender com os erros, valorizar os momentos bons, e por acreditar que esse momento chegaria.

## RESUMO

Aumentar a produtividade, diminuir custos e especializar a mão de obra são preocupações antigas no setor da construção civil. Como resultado, cada vez mais buscam-se soluções industrializadas, modulares ou pré-fabricadas para serem aplicadas nas obras brasileiras. A industrialização dos sistemas hidrossanitários surge como uma alternativa para inovar a indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção). Os kits industrializados hidráulicos são produtos pré-fabricados, ofertados para as empresas que constroem empreendimentos com alto grau de repetição e padronização. Além de melhorar a logística no canteiro de obras, os kits diminuem o desperdício de material, e aumentam a segurança e qualidade, uma vez que são 100% testados em fábrica. Ainda pouco utilizado no Brasil, o presente trabalho teve como objetivo apresentar os projetos hidráulico e sanitário do pavimento tipo de uma edificação residencial multifamiliar, utilizando o sistema industrializado desde a concepção do empreendimento, demonstrando as diferenças do dimensionamento em PVC e PEX, assim como expor os detalhes e informações necessárias para a execução dos mesmos, entre eles pranchas gráficas, e quantitativos. Além disso, adotou-se como objetivo também a avaliação de vantagens e desvantagens do sistema industrializado em detrimento do sistema convencional. Como resultado do presente trabalho, obteve-se o atendimento dos objetivos citados, bem como a apresentação do projeto, planilha de dimensionamento e quantitativos do estudo de caso.

**Palavras-Chave:** Kit hidráulico industrializado. PEX. Projeto hidrossanitário. Sistema hidrossanitário.

## ABSTRACT

Increasing productivity, reducing costs and specializing the workforce are old concerns of the civil construction sector. As a result, more and more industrialized, modular or prefabricated solutions are being sought to be applied in Brazilian constructions. The industrialization of hydrosanitary systems emerges as an alternative to innovate the AEC (Architecture, Engineering and Construction) industry. The industrialized hydraulic kits are prefabricated products, which are offered to companies that build edifications with a high degree of repetition and standardization. In addition to improving logistics at the construction site, the kits reduce material waste and increase safety and quality, as they are 100% factory tested. Still not usual in Brazil, the present work aimed to present the hydrosanitary projects of the standard floor of a multifamiliar residential building, using the industrialized system since the project's conception, demonstrating the differences in dimensioning for PVC and PEX pipes, as well as exposing the details and information necessary for the execution of those, including graphic boards, and quantitatives. In addition, the objective was also to evaluate the advantages and durability of the industrialized system compared to the conventional system. As a result of this work, the aforementioned objectives were met, as well as the presentation of the project, of the dimensioning spreadsheet and of the quantitatives of the case studied.

**Key-words:** Industrialized hydraulic kit. Hydrosanitary system. Hydrosanitary project. PEX.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura do trabalho.....	21
Figura 2 – Módulo parede hidráulica de um banheiro .....	23
Figura 3 – Chassi de chuveiro, chassi de esgoto e chicote hidráulico .....	24
Figura 4 – Ralo lateral .....	25
Figura 5 – Funcionamento válvula de admissão de ar .....	26
Figura 6 – Tubo PEX Monocamada .....	27
Figura 7 – Tubo PEX Multicamada.....	28
Figura 8 – Distribuidor manifold.....	29
Figura 9 – Tipos de instalação com manifold e convencional .....	29
Figura 10 – Diâmetros nominais dos tubos de PEX .....	30
Figura 11 – Layout de banheiro aprovado.....	34
Figura 12 – Layouts de banheiro não aprovado 01 e 02 .....	35
Figura 13 – Layouts de banheiro não aprovado 03.....	35
Figura 14 – Sistema predial de água fria.....	38
Figura 15 – Ábaco para determinar o diâmetro das tubulações.....	41
Figura 16 – Ábaco da Perda de Carga das Tubulações PEX .....	44
Figura 17 – Zonas de sobrepressão.....	48
Figura 18 – Perspectiva Projeto Arquitetônico do Empreendimento A.....	51
Figura 19 – Planta do pavimento tipo.....	51
Figura 20 – Planta do apartamento tipo 01 .....	52
Figura 21 – Fluxograma de trabalho .....	53
Figura 22 – Traçado inicial de distribuição de Água Fria no Pavimento Tipo.....	54
Figura 23 – Localização equipamentos e traçado hidráulico inicial Cozinha.....	55
Figura 24 – Localização equipamentos e traçado hidráulico inicial Banheiro .....	56
Figura 25 – Planta do caminho crítico .....	57
Figura 26 – Perspectiva trechos do caminho crítico.....	58
Figura 27 – Primeira parte da planilha .....	60
Figura 28 – Segunda parte da planilha .....	61
Figura 29 – Localização equipamentos e traçado sanitário inicial Cozinha .....	63
Figura 30 – Localização equipamentos e traçado sanitário inicial Banheiro .....	63
Figura 31 – Planta do pavimento tipo projeto hidráulico.....	66
Figura 32 – Ampliação da cozinha 01 .....	67

Figura 33 – Ampliação do banheiro 01.....	67
Figura 34 – Elevação e perspectiva tridimensional cozinha 01 .....	68
Figura 35 – Elevação e perspectiva tridimensional banheiro 01 .....	68
Figura 36 – Detalhe de transição PVC x PEX .....	69
Figura 37 – Luva soldável com bucha de latão .....	69
Figura 38 – Conector macho fixo metálico .....	69
Figura 39 – Detalhe de montagem dos hidrômetros .....	70
Figura 40 – Legenda do projeto hidráulico .....	70
Figura 41 – Planta do pavimento tipo projeto sanitário .....	74
Figura 42 – Ampliação da cozinha 01 do projeto sanitário.....	74
Figura 43 – Ampliação do banheiro 01 do projeto sanitário .....	75
Figura 44 – Elevação e perspectiva tridimensional cozinha 01 sanitário .....	75
Figura 45 – Elevação e perspectiva tridimensional banheiro 01 sanitário .....	76
Figura 46 – Detalhe sifão MLR.....	76
Figura 47 – Detalhe shaft do banheiro .....	77
Figura 48 – Legenda do projeto sanitário .....	77
Figura 49 – Planta de chassis cozinha.....	80
Figura 50 – Planta de chassis banheiro .....	81
Figura 51 – Legenda chassis .....	81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equivalência de diâmetro entre PVC Solvável e PEX .....	30
Tabela 2 – Diâmetro nominal mínimo dos aparelhos hidráulicos .....	39
Tabela 3 – Pesos relativos nos pontos de utilização.....	40
Tabela 4 – Comprimento equivalente das conexões.....	42
Tabela 5 – Perda de carga localizadas .....	45
Tabela 6 – Bitola em razão da vazão pela velocidade .....	45
Tabela 7 – UHC e diâmetro nominal mínimo dos aparelhos sanitários.....	47
Tabela 8 – Dimensionamento de ramais de esgoto .....	47
Tabela 9 – Dimensionamento dos tubos de queda .....	47
Tabela 10 – Vazões de esgoto por aparelho sanitário .....	49
Tabela 11 – Definição do fator de frequência.....	49
Tabela 12 – Equipamentos: siglas e alturas dos pontos .....	55
Tabela 13 – Pesos dos aparelhos sanitários.....	60
Tabela 14 – Dados considerados da caixa d'água ao ponto A.....	62
Tabela 15 – Dimensionamento dos trechos de tubulação.....	65
Tabela 16 – Quantitativo hidráulico apartamento .....	71
Tabela 17 – Quantitativo hidráulico pavimento tipo.....	71
Tabela 18 – Dimensionamento de Ramais de Esgoto .....	72
Tabela 19 – Dimensionamento dos Tubos de Queda .....	73
Tabela 20 – Dimensionamento VAA .....	73
Tabela 21 – Quantitativo sanitário apartamento.....	78
Tabela 22 – Quantitativo sanitário pavimento tipo.....	79

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Etapas de projeto .....	36
Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens do Sistema Industrializado.....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABDI	Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AEC	Arquitetura, Engenharia e Construção
BIM	<i>Building Information Modeling</i>
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CH	Chuveiro
CM	Chassi metálico
CS	Caixa Sifonada
CSP	Caixa Sifonada de Parede
LV	Lavatório
MLR	Máquina de Lavar Roupas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PE	Polietileno
PEX	Polietileno Reticulado
PIA	Pia de Cozinha
PIB	Produto Interno Bruto
PVC	Policloreto de Vinila
RG	Registro de Gaveta
RP	Registro de Pressão
SPAF	Sistema Predial de Água Fria
TLR	Tanque de Lavar Roupas
UHC	Unidade Hunter de Contribuição
VAA	Válvula de Admissão de Ar
VS	Vaso Sanitário

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Sigma$	Somatório
De	Diâmetro nominal
Di	Diâmetro interno
DU	Vazão de esgoto dos aparelhos sanitários
hf	Perda de carga total
J	Perda de carga unitária
K	Fator de frequência
L/s	Litros por segundo
Leq	Comprimento equivalente das conexões
Lr	Comprimento real das tubulações
LT	Comprimento total de tubulação
m	Metros
mca	Metros de coluna d'água
mca/m	Metros de coluna d'água por metro
mm	Milímetros
Q	Vazão
V	Velocidade

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa e Motivação</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2</b>	<b>Definição do Problema</b> .....	<b>19</b>
<b>1.3</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>20</b>
1.3.1	Objetivo Geral.....	20
1.3.2	Objetivos Específicos.....	20
1.4	Estrutura do trabalho.....	20
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1</b>	<b>Sistema modular hidrossanitário</b> .....	<b>22</b>
2.1.1	PEX – Polietileno Reticulado.....	26
2.1.2	Projeto e execução dos kits industrializados.....	31
2.1.3	Desafios e barreiras de implantação.....	31
2.1.4	Limitações do sistema modular hidrossanitário.....	34
<b>2.2</b>	<b>Projeto do Sistema Hidrossanitário</b> .....	<b>36</b>
2.2.1	Sistema Predial de Água Fria.....	37
2.2.1.1	Dimensionamento em PVC.....	40
2.2.1.2	Dimensionamento em PEX.....	43
2.2.2	Sistema Predial Sanitário.....	46
<b>3</b>	<b>MÉTODO DA PESQUISA</b> .....	<b>50</b>
<b>3.1</b>	<b>Objeto de Estudo</b> .....	<b>50</b>
<b>3.2</b>	<b>Estratégia de Estudo</b> .....	<b>53</b>
<b>3.3</b>	<b>Concepção do projeto hidráulico</b> .....	<b>54</b>
<b>3.4</b>	<b>Dimensionamento de pressão e perda de carga</b> .....	<b>57</b>
<b>3.5</b>	<b>Concepção e dimensionamento do projeto sanitário</b> .....	<b>62</b>
<b>3.6</b>	<b>Concepção dos chassis industrializados</b> .....	<b>64</b>
<b>3.7</b>	<b>Documentação e extração de quantitativos</b> .....	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	<b>65</b>
<b>4.1</b>	<b>Projeto de instalações de água fria</b> .....	<b>65</b>
<b>4.2</b>	<b>Projeto de instalações sanitárias</b> .....	<b>72</b>
<b>4.3</b>	<b>Chassis industrializados</b> .....	<b>80</b>

4.4	Análise dos resultados.....	81
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
	APÊNDICE A .....	89
	APÊNDICE B .....	101
	APÊNDICE C .....	104

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) tem grande relevância na economia do país, uma vez que representa cerca de 7% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional, e emprega quase 10% da população direta e indiretamente, de acordo com a ABRAIN (2021). Porém, conforme é citado por Barbosa et al. (2017), da McKinsey Global Institute, uma empresa de consultoria norte-americana, o setor da construção civil é um dos que tem menor crescimento de produtividade a cada ano. A nível global, setor cresceu cerca 1% ao ano ao longo de 20 anos, enquanto a média de crescimento anual da indústria em geral foi de 3,6%.

Os motivos para a baixa produtividade na construção civil são muitos. Parte disso pode ser explicado pela principal diferença entre as obras e a indústria: o produto final da construção civil é fixo em um determinado terreno, e a produção deve se deslocar até lá. Ao contrário das fábricas, que possuem uma linha de produção em série, e não são afetadas por intempéries, por exemplo. Tendo conhecimento destas limitações, segundo Barbosa et al. (2017), para melhorar a produção do setor é preciso otimizar a execução dentro do canteiro de obras, repensar os projetos, rever regulamentações, qualificar a mão de obra, incorporar tecnologia e inovações, entre outros. Isso porque, ainda segundo Barbosa et al. (2017), o setor da construção civil é um dos setores que menos adota tecnologias de digitalização e informatização de processos.

Segundo Barros (1996), a racionalização na construção civil pode ser entendida como o esforço de tornar mais eficiente a atividade de construir, buscando a melhor solução para os problemas. Já para Fabricio (2012) a industrialização consiste em aplicar técnicas gerenciais e tecnologias digitais com o intuito de melhorar a produtividade, qualidade, e a sustentabilidade das edificações em todo o seu ciclo de vida, desde o projeto, passando pela construção, utilização, manutenção, até o desmonte.

Tendo em vista que procedimentos industrializados e pré-fabricados costumam seguir uma linha de produção e passar por testes ainda em fábrica, as chances de ocorrer erros na execução e montagem dos elementos diminui, o controle de qualidade é facilitado e tem maior garantia. Por este motivo, a industrialização na construção civil tem o potencial de reduzir futuras patologias na edificação construída.

De acordo com Júnior (2013), estima-se que cerca de 75% das patologias de construção são oriundas dos sistemas de instalações hidráulicas prediais.

Para Stein et al. (2019), uma edificação tem como um dos seus itens essenciais as instalações hidrossanitárias. Sem elas, não é possível atender os requisitos mínimos de necessidade dos usuários. De acordo com Creder (2006), desde a antiguidade as civilizações sempre se desenvolveram próximas de cursos d'água, tamanha a importância e preocupação com o abastecimento de água para o consumo humano. Ao longo dos milhares de anos, muitas foram as invenções para facilitar o acesso à água, como por exemplo os aquedutos. Porém, hoje em dia, quando se fala em industrialização da construção civil, pouco do assunto é direcionado à racionalização e otimização dos processos de projeto e execução do sistema predial hidráulico e sanitário.

Por conta da alta repetitividade das edificações multifamiliares, aos poucos os gestores de obras foram desenvolvendo alternativas para facilitar e agilizar a produção. Apesar de ser ainda um trabalho bastante artesanal, a primeira “tecnologia” a ser aplicada foi a de pré-montagem de kits hidráulico e sanitários, onde partes das instalações eram produzidas em um determinado setor dentro da obra, e posteriormente levadas ao local de instalação para ser conectada aos demais tubos e conexões. Porém, esse sistema ainda demanda um trabalho extremamente repetitivo dentro do canteiro, e com pouco controle de qualidade, uma vez que as tubulações só são testadas depois de serem 100% executadas.

Em seguida começaram a surgir empresas que passaram a cortar as tubulações em fábrica, e fornecer as peças já nas dimensões necessárias para a obra, tendo essa apenas o trabalho de montar as peças e instalá-las. Porém, não foi o suficiente. Fora do Brasil já há empresas que produzem banheiros prontos, conhecidos como “pods”. Os *pods* são módulos pré-fabricados de banheiros ou outros ambientes, entregues totalmente prontos para a obra. Porém, ainda assim existem algumas barreiras que tornam este tipo de construção não tão comum atualmente. De acordo com Williamson, Ganah e John (2019), podem ser consideradas barreiras, as dificuldades logísticas, e o fato de uma vez projetado, caso seja necessário realizar alguma modificação, será um processo de alto custo. No Brasil, pode ser citado também como barreira a cultura de construção.

Assim, começaram a surgir soluções industrializadas que adaptadas para o mercado brasileiro, onde os produtos e/ou sistemas pudessem ser instalados em

construções comuns dentro do país, que ainda executa grande parte das obras em concreto armado e alvenaria estrutural. Uma opção que vem se popularizando cada vez mais são os kits industrializados hidráulicos, compostos por elementos pré-fabricados, que chegam em pequenos módulos em obra, e podem ser montados de maneira semelhante aos kits hidráulicos e sanitários já utilizados anteriormente.

Os kits industrializados, diferente dos kits montados em obra, são 100% cortados, montados e testados ainda em fábrica. Além de serem compostos pelos tubos hidráulicos e sanitários, os kits podem possuir também um chassi autoportante em estrutura plástica ou metálica, o qual facilita a instalação dos mesmos, ao encaixar um chassi ao lado do outro. No exterior o sistema já é bastante utilizado, e tem empresas referência como a Valsir, da Itália. No Brasil, algumas empresas já estão produzindo e comercializando o sistema, entre elas a Smart Pods, Barbi do Brasil, e a Astra, a qual será aprofundada e utilizada no presente projeto.

### **1.1 Justificativa e Motivação**

Conforme é citado por Souza (2005), a indústria AEC é amplamente conhecida pelos seus desperdícios de materiais, falta de planejamento, inúmeros imprevistos, altos custos de construção, falta de mão-de-obra qualificada e ineficiência. Devido a importância da construção civil, chegando a representar cerca de 7% do PIB nacional (ABRAINC, 2021), é de suma importância que o setor se modernize e passe pelos processos de industrialização e racionalização dos materiais.

Industrializar, de acordo com ABDI (2015), é racionalizar os processos construtivos, passando a produzir os componentes em ambiente fabril, e posteriormente montá-los dentro do canteiro de obras, trazendo melhorias nos controles de qualidade e na adoção de novas tecnologias.

O sistema hidrossanitário é um dos mais comuns dentre os projetos de engenharia civil, sendo tão importante quanto a estrutura e arquitetura de uma edificação funcional. Porém, de acordo com Júnior, (2020), o mesmo acaba ficando em segundo plano, sem receber a devida importância, uma vez que suas instalações ficam ocultas dentro das edificações. Por este motivo, é muito comum a improvisação na sua execução, chegando-se a utilizar até materiais de baixa qualidade, na busca por mais economia.

Conforme é citado por CBIC (2016), adotar o sistema hidráulico industrializado traz vantagens como a redução da geração de resíduos; economia do tempo de instalação; diminuição dos riscos de vazamento, uma vez que o sistema é testado em fábrica; e proporciona maior facilidade no controle de estoque e nas logísticas do canteiro de obras. Além disso, Astra (2021) afirma que o sistema tem menor dependência de mão de obra e diminui as chances de ocorrerem patologias. O sistema elimina as instalações pela laje, o que facilita uma possível posterior manutenção por parte dos usuários, e possibilita o aumento do pé direito, visto que o forro de gesso não será mais necessário.

O sistema industrializado faz uso de materiais tecnológicos, como o PEX, que vem sendo cada vez mais utilizado, porém não é estudado nas disciplinas do Curso de Engenharia Civil do IFSC Campus Florianópolis. Por este motivo, é de extrema importância disseminar e difundir alguns dos conhecimentos já utilizados no mercado de trabalho, contribuindo para com o curso e os alunos, os quais serão os futuros engenheiros civis da sociedade.

A motivação surgiu também por parte da autora, por acreditar que o futuro da construção civil está na industrialização e racionalização dos processos de projeto e execução, bem como na inovação que já existe em outros setores e que pode ser incorporada pelo mercado da construção. O empreendimento e o sistema da Astra adotados para a execução do projeto hidrossanitário foram escolhidos por já serem utilizados em projetos reais na empresa em que a autora trabalha.

## **1.2 Definição do Problema**

O presente trabalho tem como foco auxiliar na atualização dos projetos hidráulicos e sanitários realizados atualmente, planejando o uso dos sistemas industrializados ainda na fase de projeto. O trabalho será um estudo de caso limitado ao pavimento tipo de uma edificação residencial multifamiliar, onde serão projetadas as instalações apenas dentro das unidades habitacionais, que é onde ocorrem as diferenças entre o sistema comum e o sistema industrial de água fria e esgoto. Não serão dimensionadas as demais partes do projeto hidrossanitário, por não fazerem uso do sistema industrializado estudado.

### **1.3 Objetivos**

De acordo com os assuntos introduzidos até então, o presente projeto terá como objetivo geral e objetivos específicos, os itens elencados abaixo.

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

Projetar as instalações hidrossanitárias do pavimento tipo de uma edificação residencial multifamiliar, utilizando o sistema modular hidrossanitário pré-fabricado.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

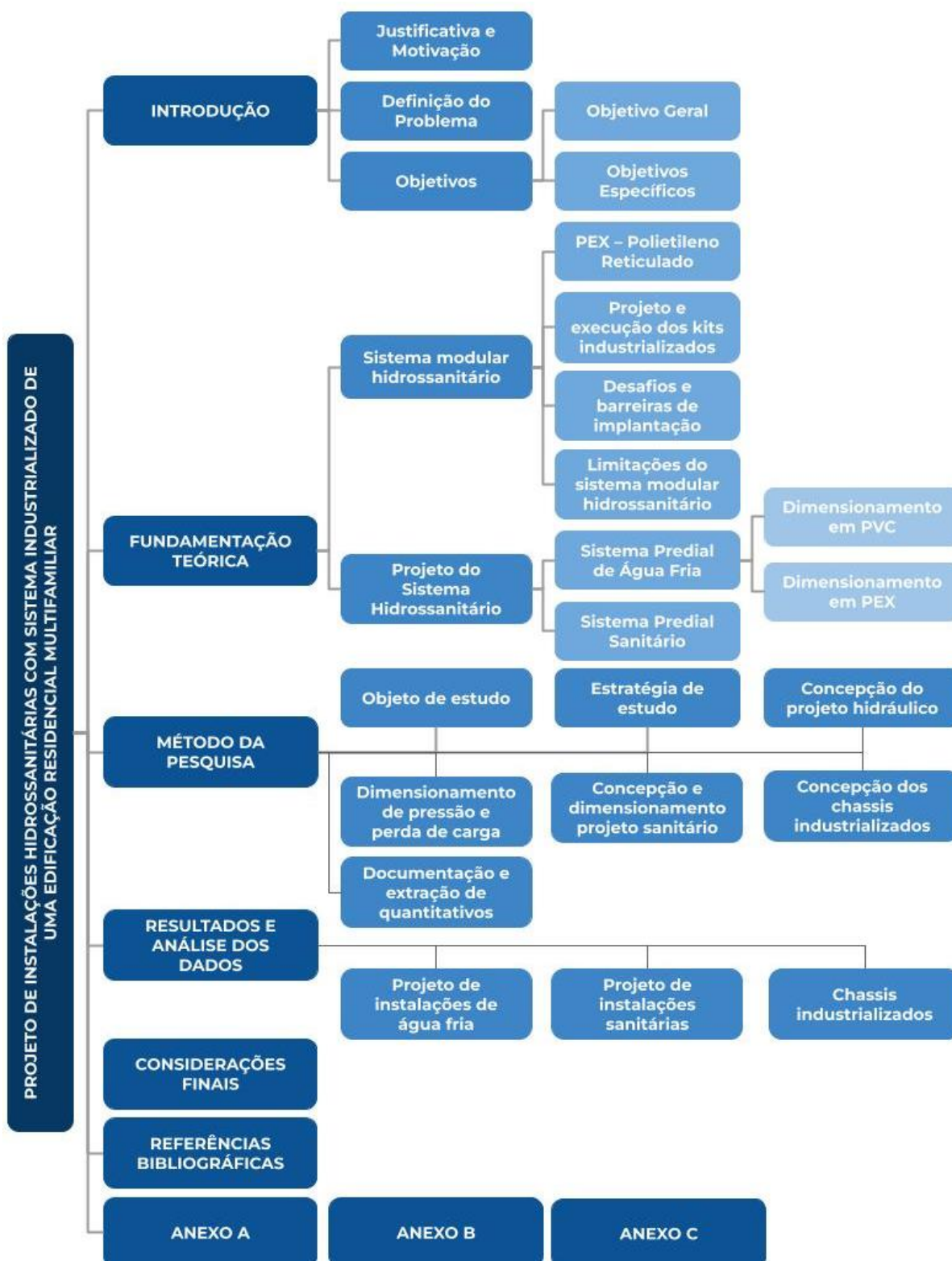
Para atingir o objetivo geral, deve-se cumprir os seguintes objetivos específicos:

- a) Projetar as instalações de água fria dos apartamentos tipo, utilizando o sistema PEX;
- b) Projetar as instalações sanitárias modulares dos apartamentos tipo;
- c) Documentar as pranchas de projeto a nível executivo com seus detalhes específicos;
- d) Extrair quantitativo dos materiais utilizados nos apartamentos tipo;
- e) Avaliar e elencar vantagens e desvantagens do sistema modular hidrossanitário.

### **1.4 Estrutura do trabalho**

O presente trabalho está estruturado em capítulos e subcapítulos, conforme é representado na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do trabalho



Fonte: Elaborado pela autora.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No presente capítulo serão apresentados os tópicos e referenciais bibliográficos dos assuntos necessários para o bom entendimento e dimensionamentos do projeto hidrossanitário utilizando o sistema modular industrializado.

### 2.1 Sistema modular hidrossanitário

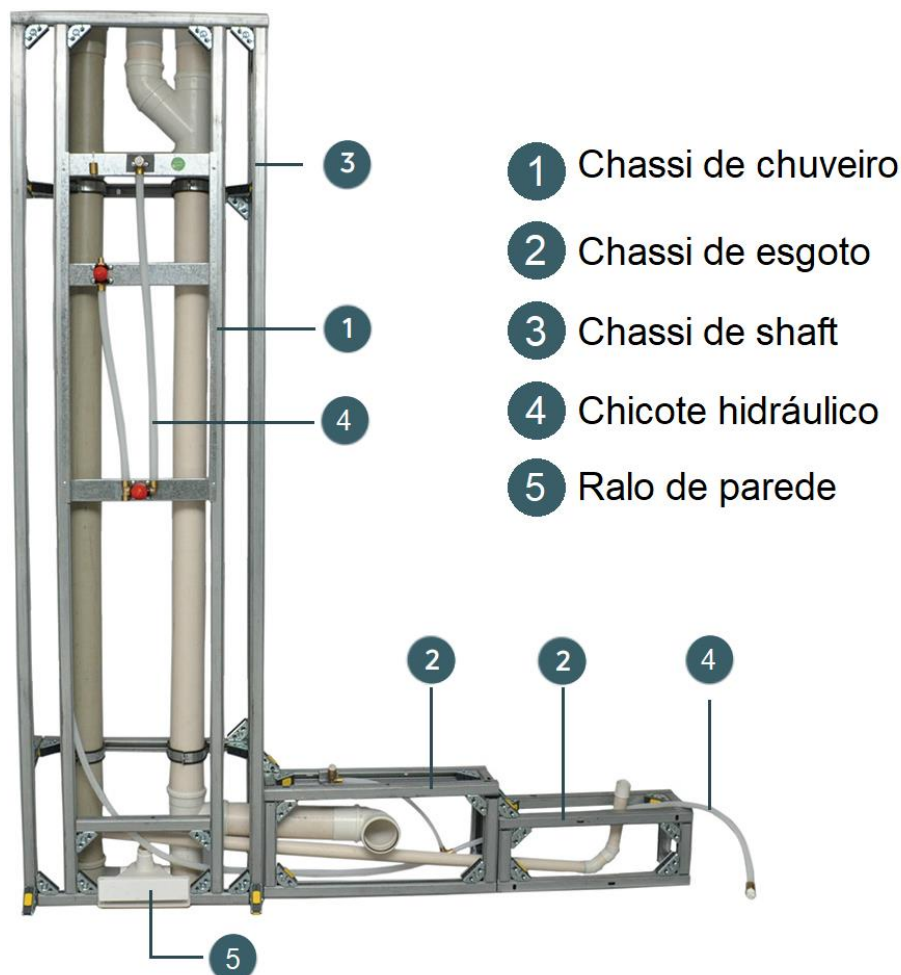
Com os lançamentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) no Brasil em 2007, “[...] houve uma nova demanda para o setor civil no país e, em contrapartida, constatou-se a falta de mão de obra qualificada para dar conta desse crescimento” (CALLERA, 2011). Com o crescimento da construção civil brasileira, o sistema modular hidrossanitário, também conhecido como kit industrializado hidráulico, surgiu da necessidade das construtoras em executar essas instalações com maior velocidade, de forma a atender os prazos apertados, sem perder a eficiência e qualidade, conforme afirma Astra (2021), empresa que comercializa o sistema desde 2008.

“O projeto pode contemplar o sistema de água quente e fria, esgoto, águas pluviais e ralo, e pode ser aplicada em qualquer tipo de banheiro, cozinha ou área de serviço” (SMART PODS, 2020). “O kit acelera o processo de instalação hidráulica predial com elementos industrializados e pré-montados dentro da indústria, garantindo a qualidade final do produto, já que eles passam por testes rigorosos nas fábricas” (CALLERA, 2011). Segundo a Smart Pods (2020), empresa brasileira especialista em módulos hidráulicos pré-fabricados, os kits são compostos por tubulações montadas em uma estrutura modular de aço galvanizado ainda em fábrica, o que reduz o tempo e o custo da obra, tornando a execução mais simples e rápida.

A estrutura modular, de acordo com Smart Pods (2020), apresenta embutida nela toda a instalação hidráulica e de esgoto dos equipamentos utilizados. Ao fazer uso do vaso sanitário com saída horizontal e do ralo embutido na parede, como demonstrado na Figura 2, é possível eliminar os furos na laje, trazendo mais produtividade e economia para execução das obras, e permitindo eliminar também o uso de forro de gesso para abrigar as instalações. Dessa forma, qualquer manutenção

que seja necessária, pode ser realizada dentro do próprio apartamento, diminuindo também os custos com manutenção.

**Figura 2 – Módulo parede hidráulica de um banheiro**



Fonte: Adaptado de Smart Pods (2020).

Segundo Callera (2011) o sistema do kit industrializado hidráulico leva praticidade às obras, promovendo assim uma maior produtividade com quantidade reduzida de mão de obra. O sistema também reduz totalmente o desperdício dentro da obra com os materiais hidráulicos, uma vez que os tubos são entregues já cortados e montados, sob medida para o cliente, que pagará somente por o que irá utilizar. Conforme Smart Pods (2020), o sistema predial hidráulico é como o sistema circulatório de uma edificação. Quando mal executadas podem ser responsáveis por até 50% dos custos com assistência técnica pós obra. O uso dos kits industrializados traz mais segurança e garantia, uma vez que 100% dos módulos são testados em fabrica, reduzindo a incidência de patologias, e diminuindo expressivamente os custos com pós venda.

De acordo com a Astra (2021), a parede hidráulica é composta por três itens: chassi de esgoto, chassi de chuveiro e chicote hidráulico, conforme ilustrado na Figura 3. Tanto o chassi de chuveiro como o chassi de esgoto consistem em uma estrutura metálica pré-fabricada com medidas personalizadas de acordo com cada projeto. A estrutura é responsável por sustentar a passagem das tubulações de hidráulica e esgoto.

O chassi de chuveiro tem em sua composição a estrutura metálica em aço galvanizado, travessas metálicas que fazem o travamento da estrutura, suporte para registros, e ponto terminal de espera para o chuveiro. É possível observar um exemplo de chassi de chuveiro no primeiro elemento da Figura 3.

O chassi de esgoto pode ter módulos de esgoto para lavatório, pia, tanque, vaso sanitário, entre outros. É constituído pela estrutura metálica em aço galvanizado e tubulação de esgoto em PVC. É opcional a carenagem plástica para acabamento. Observa-se o chassi de esgoto no segundo elemento da Figura 3.

O chicote hidráulico, é composto pela tubulação em PEX, já montada com as conexões em latão forjado, vedante flexível e acabamentos necessários. É utilizado para o abastecimento de água nos pontos de consumo, e o sistema é pré-montado e testados dentro da indústria. Pode-se observar o chicote hidráulico no terceiro elemento da Figura 3.

**Figura 3 – Chassi de chuveiro, chassi de esgoto e chicote hidráulico**

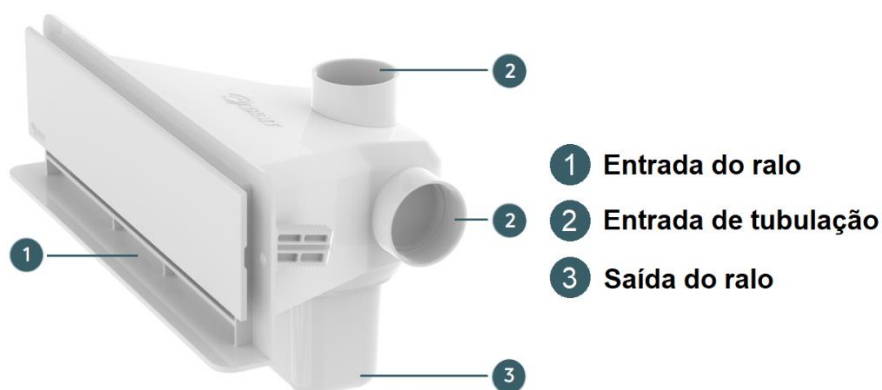


Fonte: Adaptado de Astra (2021).

O PEX, sendo o principal componente do chicote hidráulico, será melhor descrito no capítulo 2.1.1 a seguir. Em sequência, no capítulo 2.1.2 serão fornecidas maiores informações em relação ao projeto e à execução e logística dos kits industrializados em obra.

Conforme observado na Figura 2, o ralo lateral, ou ralo de parede, é um item indispensável para eliminar as furações em laje e embutir as instalações dentro dos módulos industrializados. De acordo com a Tigre (2018), os ralos laterais são indicados para ambientes onde tenha a existência de shafts, que permitam a sua instalação. O sistema, construído em material PVC, possui um sistema de sifão próprio. Possui também entradas superior e lateral para tubulação PVC, permitindo que seja direcionado para ele também o ramal de descarga do lavatório do banheiro, conforme é possível observar na Figura 4.

**Figura 4 – Ralo lateral**



Fonte: Adaptado de Tigre (2018).

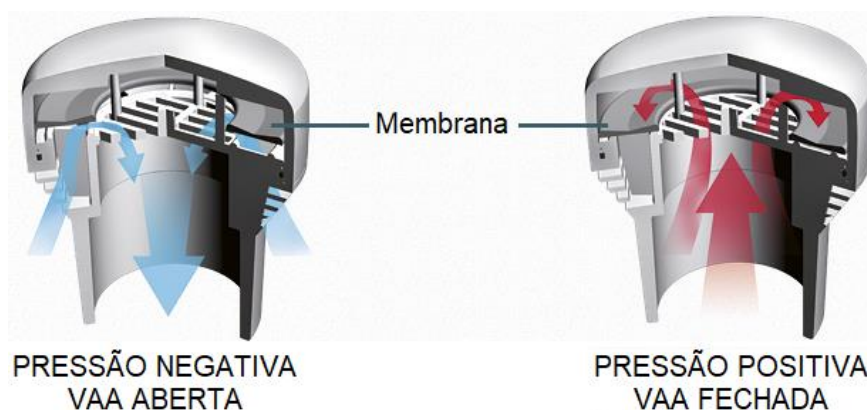
Outro dispositivo que pode ser utilizado no kit industrializado hidráulico da Astra, é a Válvula de admissão de ar (VAA). O dispositivo “tem como função permitir a entrada de ar na tubulação de ventilação do esgoto, substituindo as colunas e ramais de ventilação secundária” (JÚNIOR, 2020). De acordo com a Astra (2020), com a válvula é possível equalizar a pressão interna da tubulação, a fim de preservar os fechos hídricos, os quais impedem a saída de odores e gases para o ambiente.

Conforme é citado por Júnior (2020), dentre as vantagens da utilização da VAA, estão a redução de custo de mão de obra durante a execução, e redução do tempo de instalação, uma vez que o sistema elimina a necessidade de perfurações na laje, e descarta o uso de colunas de ventilação, gerando também uma redução na ocupação dentro dos shafts hidráulicos. De acordo com a fabricante Astra (2020), as

VAA's devem ser instaladas em ambientes com ventilação mínima de 20 cm<sup>2</sup>, podendo estar localizada no interior de shafts, forros, ou de forma aparente.

Conforme é explicado por Valsir (2017), a válvula é dotada de uma membrana que abre quando a pressão dentro do tubo é negativa, permitindo que o ar entre na tubulação para equalizar as pressões. Quando a pressão é positiva, a membrana fecha, evitando a saída de odores, conforme é possível observar na Figura 5.

**Figura 5 – Funcionamento válvula de admissão de ar**



Fonte: Adaptado de Valsir, (2016).

O dimensionamento da válvula de admissão de ar será posteriormente abordado no capítulo 2.2.2.

### 2.1.1 PEX – Polietileno Reticulado

O PEX é um material fabricado a partir do Polietileno (PE) ao passar pelo processo de reticulação, onde as cadeias sofrem um processo físico-químico e são ordenadas de maneira a formar o Polietileno Reticulado (PEX), conferindo ao material maior resistência à pressão e temperatura, conforme cita Amanco (2015). De acordo com Barbi (2012), o novo material possui características de resistência à temperatura e pressão superiores ao do polietileno normal, sendo indicado para uso em instalações hidráulicas de água fria e água quente.

De acordo com Stein *et al.* (2019), o PEX teve o seu uso inicial em instalações de água quente em países nórdicos. Posteriormente, sua utilização em sistemas de água fria passou a ser mais significativa, no início dos anos 90. No Brasil foi publicada, em maio de 2011, a norma brasileira NBR 15939 com o objetivo de disseminar o uso do material.

A NBR 15939 – Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria – Polietileno reticulado (PE-X) da ABNT (2011), é dividida em três partes (métodos de ensaio, procedimentos para projetos e procedimentos para instalação) e orienta que os sistemas projetados e instalados com PEX devem seguir também as recomendações da NBR 5626 – Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção da ABNT (2020).

Amanco (2015) garante também que o material possui maior facilidade de instalação; leveza de forma a facilitar o transporte, o manuseio e a estocagem das bobinas, nas quais o PEX é comercializado. Tubos deste material tem características maleáveis, que permitem que sejam realizadas curvas, diminuindo a quantidade de conexões na instalação.

“Os tubos PEX normalmente são de cor branca translúcida, podendo ser fabricados em outras cores para identificação diferenciada” (STEIN *et al.*, 2019, p. 40). Esses tubos podem ser encontrados comercialmente em dois tipos: monocamada (convencionais) e multicamada (tubos de alumínio).

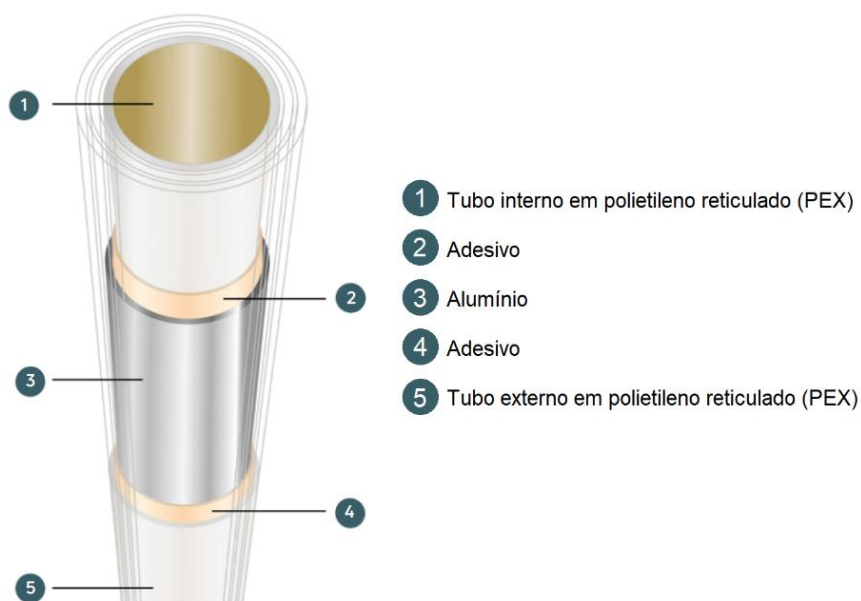
De acordo com a Tigre (2009), os tubos monocamada tem como composição apenas o PEX. Possuem elevada leveza, baixa condutividade térmica, grande flexibilidade, durabilidade, são atóxicos, não sofrem corrosão e não são afetados por aditivos derivados do concreto. O tubo PEX monocamada pode ser observado na Figura 6. Já os tubos multicamada são constituídos por uma camada de alumínio no seu interior, revestida por duas camadas de adesivo entre as partes de PEX. É altamente indicado para as instalações de água quente pois o alumínio tem a função de absorver a dilatação térmica, evitando a formação de rachaduras dos tubos. O tubo PEX multicamada pode ser observado na Figura 7.

**Figura 6 – Tubo PEX Monocamada**



Fonte: Adaptado de Goto (2017).

**Figura 7 – Tubo PEX Multicamada**



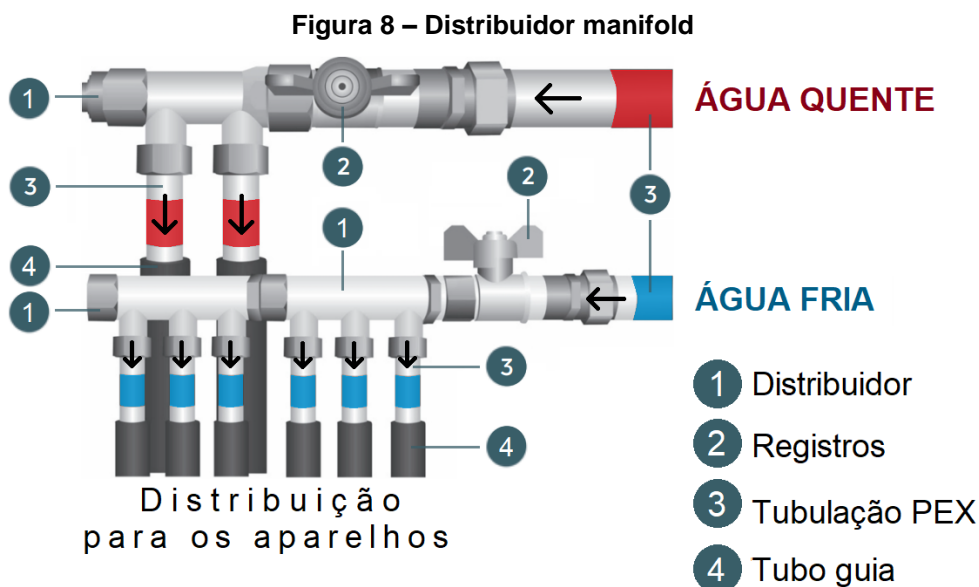
Fonte: Adaptado de EMMETI (2021).

“O uso do PEX nos últimos anos trouxe uma oportunidade a mais para racionalizar a execução das instalações prediais, agregando precisão e agilidade e diminuindo a necessidade de mão de obra e itens a gerenciar” (JÚNIOR, 2020, p. 131). Júnior (2020) também afirma que o sistema PEX pode ser composto por dois tubos flexíveis: o PEX, responsável por conduzir a água; e o tubo condutor de polietileno de baixa densidade, o qual serve como guia para o PEX, e confere proteção mecânica permitindo que o mesmo tenha espaço livre para uma possível dilatação térmica. Sendo assim, na instalação predial, o sistema pode ser utilizado de duas maneiras: como o sistema convencional, e com o manifold de distribuição.

“O sistema convencional baseia-se no mesmo princípio do projeto das tubulações rígidas de PVC, com a vantagem de poder caminhar pela parede vencendo curvas, com ou sem emprego de cotovelos” (JÚNIOR, 2020, p.132). Sendo assim, o encaminhamento das tubulações é realizado fazendo uso de conexões (Tê) para distribuir as instalações.

Já na instalação realizada com o manifold de distribuição, Júnior (2020) comenta que o sistema foi desenvolvido com o mesmo conceito das instalações elétricas prediais, no qual o conjunto de manifold simula o quadro de distribuição de energia elétrica. Nesse caso, o quadro de distribuição hidráulico, pode possuir um ou mais manifolds de onde derivam cada ponto hidráulico. Por conta disso, o sistema também é chamado de sistema ponto-a-ponto. O manifold é dotado de um registro

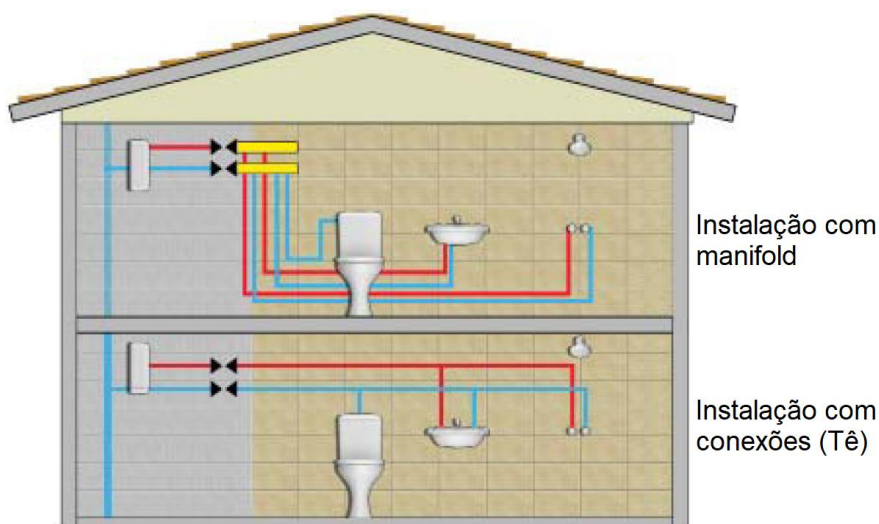
geral e outro registro em cada saída da tubulação de distribuição, as quais são guiadas pelo tubo condutor até o ponto de consumo. Na Figura 8 é apresentado um exemplo de um distribuidor manifold.



Fonte: Adaptado de Júnior (2020).

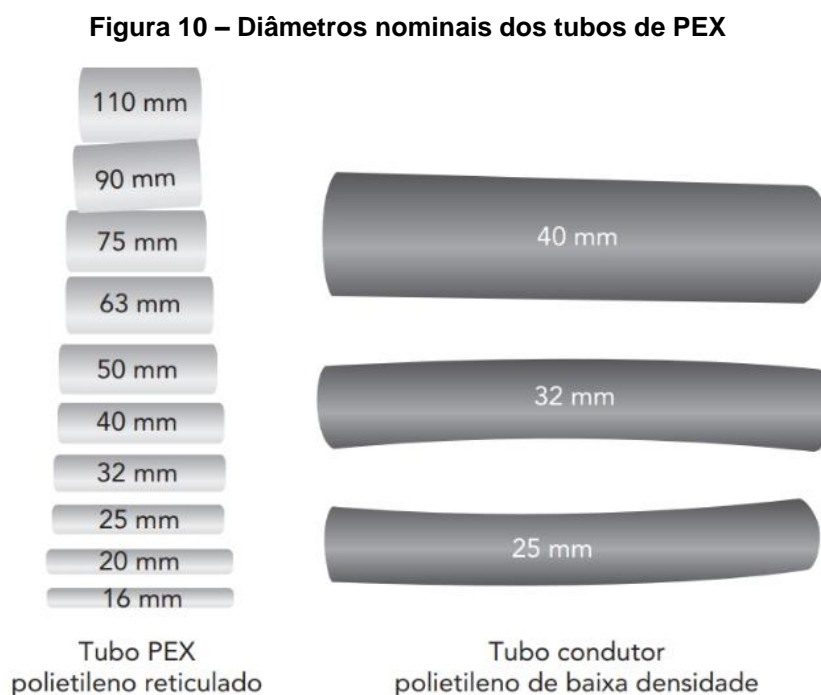
Conforme Júnior (2020), uma vantagem ao fazer uso deste sistema, por ter um tubo guia e uma distribuição ponto-a-ponto, em uma possível futura manutenção, é possível substituir a tubulação PEX do ponto do manifold até o ponto de utilização sem a necessidade de abrir a parede. Esse tipo de instalação pode ser realizado embutido em piso, parede de alvenaria, drywall, entre outros. Na Figura 9 é possível observar a diferença prática entre os dois tipos de instalações.

**Figura 9 – Tipos de instalação com manifold e convencional**



Fonte: Adaptado de Tigre (2009).

Na Figura 10 é possível observar os diâmetros de PEX e do tubo condutor existentes no mercado. Já na Tabela 1 é apresentada a equivalência entre os diâmetros nominais ( $D_e$ ) e diâmetros internos ( $D_i$ ) do PEX em relação aos tubos de PVC soldável convencional.



Fonte: Júnior (2020).

**Tabela 1 – Equivalência de diâmetro entre PVC Solvável e PEX**

PEX		PVC SOLDÁVEL	
$D_e$	$D_i$	$D_e$	$D_i$
16	12,4	-	-
20	16,2	20	17
25	20,4	25	21,6
32	26,2	32	27,8

Fonte: Adaptado de Tigre (2009).

Posteriormente, no capítulo 2.2.1 será descrito como é feito o dimensionamento do Sistema de distribuição hidráulico de água fria para sistemas executados com tubulação de PVC soldável convencional, e com o sistema em PEX, para possível comparação.

### 2.1.2 Projeto e execução dos kits industrializados

Smart Pods (2020) afirma que os kits industrializados hidráulicos são feitos 100% sob medida para cada projeto. Callera (2011) comenta que a industrialização começa na etapa de análise do projeto por meio da planta baixa, identificando a necessidade do cliente, e possíveis pontos que poderão sofrer alterações para se adaptar ao conceito de produção em fábrica e montagem in loco. Aprovado o orçamento, é realizado um protótipo para um apartamento modelo, onde são validadas, junto com o responsável pela obra, todas as medidas dos pontos de consumo, e dimensões mínimas para a passagem do shaft pela laje.

Ainda conforme Callera (2011), durante a visita é realizado um treinamento junto a equipe que será responsável pela hidráulica, a fim de garantir boas práticas para a instalação dos módulos em obra. Assim que validados os projetos, é enviado para a fabricação dos kits industrializados. Depois de prontos, os kits industrializados hidráulicos são entregues para a obra em caixas identificadas com o número de cada apartamento e ambiente. Os chicotes hidráulicos recebem também uma identificação referente a qual ponto de abastecimento se destina, como por exemplo lavatório, chuveiro ou caixa acoplada. Este processo facilita a organização, uma vez que os trabalhadores da obra conseguirão destinar os módulos mais rapidamente.

Ainda segundo Callera (2011), a instalação dos kits se baseia apenas em encaixar os módulos parafusando-os na parede, e conectar os mesmos com o chicote hidráulico de acordo com o projeto apresentado. Posteriormente é realizado o teste de estanqueidade de todos os módulos já instalados.

De acordo com Smart Pods (2020), na finalização, as estruturas metálicas podem tanto receber o acabamento com as carenagens plásticas, como pode ser optado por ter o revestimento realizado em drywall resistente à umidade, para receber acabamento igual às paredes do ambiente, conferindo melhor estética para o ambiente. Na base do módulo de shaft o fechamento é realizado em placa cimentícia, que posteriormente deverá receber a devida impermeabilização.

### 2.1.3 Desafios e barreiras de implantação

O Sistema modular hidrossanitário é apenas um dos diversos tipos de sistemas industrializados possíveis para a indústria da construção. De acordo com Oggi (2020),

de todas as atividades e seus respectivos custos existentes em uma obra, as etapas de construção que poderiam ser industrializadas, somam juntas o total de aproximadamente 90% dos custos da construção. Entre estes, o Instituto de Desenvolvimento de Gestão e Projetos (2021) cita os sistemas de estrutura industrializadas em aço e concreto, sistema de vedações e pisos industrializados, soluções industrializadas para esquadrias, sistemas prediais hidráulicos, entre outros.

Apesar de todos os benefícios e economias que os sistemas industrializados podem trazer para as etapas de obra, uso e manutenção, ainda são muitos os obstáculos que estas e outras inovações encontram ao chegar na indústria brasileira. De acordo com Machado de Freitas e Rodrigues (2022), as principais barreiras de entrada que a construção off-site enfrenta no país são: tecnologia BIM, tributos e normas, e resistência cultural.

Em uma palestra para o 16º Seminário de Tecnologia de Sistema Prediais, promovido pelo Sinduscon São Paulo, Oggi (2020), pontua que só é possível tornar viável a industrialização, se toda a cadeia de produtores fizer uso da metodologia BIM (Building Information Modeling). Segundo ele, somente através do BIM é possível agregar informações relevantes para que o canteiro de obras se transforme em uma linha de montagem, como já acontece em outros países. Através de modelos reais, que fornecem posições e medidas exatas, é possível que as instalações de uma obra cheguem prontas no canteiro para serem apenas conectadas e montadas.

Além da utilização de softwares BIM, Oggi (2020) também comenta sobre a falta de incentivos tributários e fiscais que possam encorajar a industrialização da construção no Brasil. Segundo Ceotto (2021) o ambiente regulatório brasileiro ainda possui uma normalização atrasada que impede o progresso da construção industrializada, onde as normas e legislações são baseadas em métodos construtivos tradicionais. Cita também o termo *over-engineering*, o qual se refere à normalização excessivamente rigorosa que acaba resultando em um aumento de custos desnecessários. Como exemplo, normas municipais e estaduais que dificultam o transporte e montagem de componentes nos canteiros de obra.

Outra barreira pertinente é a resistência cultural do mercado de construção civil a inovações como as construções *off-site*. De acordo com Silvestre (2018), o mercado da construção civil é estimulado a continuar com as mesmas práticas devido a conflitos de interesse, falta de dados sobre os sistemas e metodologia adequada para

comparar custos, o que não estimula a qualificação da mão de obra e resulta em uma resistência cultural por parte dos envolvidos nesta área.

Apesar da escassez de dados e metodologia de comparação de custos, citada por Silvestre (2018), nas comparações encontradas, como a pesquisa realizada por Cunha (2021), é possível verificar que na realidade atual da construção civil brasileira, os custos para realização de uma obra industrializada ainda são superiores aos verificados para a mesma obra ser realizada da maneira convencional. No caso estudado por ele, o aumento foi de cerca de 30%.

Felizmente, apesar de atrasado, nos últimos anos o governo brasileiro lançou iniciativas a fim de fomentar a indústria construtiva brasileira, como a estratégia BIM BR e o “Projeto Construa Brasil”.

“A Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018 tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País” (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2017). Segundo o próprio decreto que a institui, a iniciativa tem como objetivo além de difundir o BIM e seus objetivos, por exemplo, desenvolver a plataforma e a biblioteca nacional BIM, criar condições favoráveis para o investimento público e privado em BIM, desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM e propor atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM.

Além da Estratégia BIM BR, o Governo Federal lançou também, mais recentemente, o Projeto Construa Brasil onde foram definidas diversas metas com o objetivo de gerar incentivos para a desburocratização, digitalização e industrialização na indústria da construção brasileira, conforme informa o site do Ministério da Economia (2022a). Uma das medidas tomadas é a meta de Incentivo à Construção Industrializada, a qual engloba um “planejamento estratégico, para difusão da construção industrializada, e estudos específicos, para aprofundar o diagnóstico e propor soluções para as principais barreiras a essa difusão” (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2022b).

No referido planejamento estratégico, elaborado pelo Ministério da Economia (2020), são citadas algumas questões complementares que precisarão ser tratadas para a melhor implementação da industrialização da construção no mercado brasileiro. Entre elas estão a realização de uma alteração na legislação tributária para solucionar a sua falta de isonomia, uma adequação no modelo de contratação de

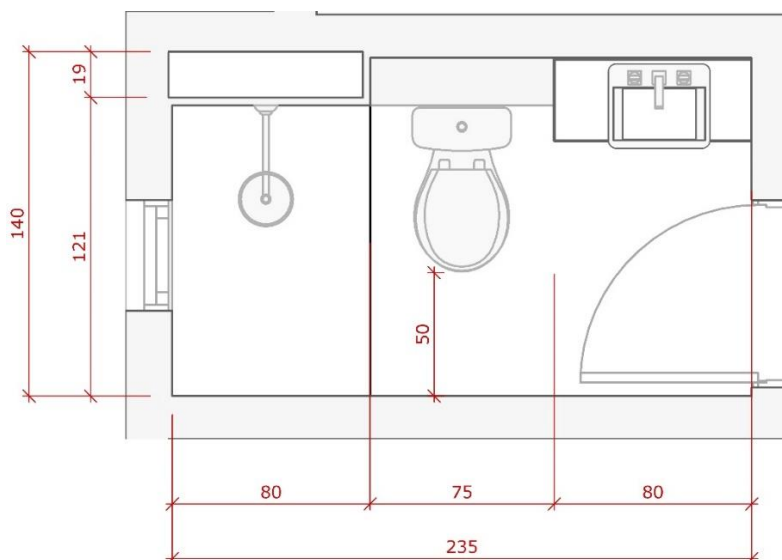
obras públicas para estimular a utilização de estratégias BIM e uma adequação nos modelos de financiamento, de maneira a estimular novas linhas de crédito que fomentem o desenvolvimento de novas tecnologias para o setor.

#### 2.1.4 Limitações do sistema modular hidrossanitário

Os módulos industrializados possuem medidas mínimas para que seja viabilizada a sua execução, o que pode variar de projeto para projeto. Normalmente, as prumadas sanitárias nos banheiros possuem diâmetro de 100 mm, conforme demonstrado no Diâmetro nominal de descarga, na Tabela 7. Portanto, os módulos de shaft e de vaso sanitário devem ter dimensões mínimas para comportar uma tubulação de 100 mm de diâmetro.

Essas medidas dos módulos industrializados devem ser consideradas no projeto arquitetônico, a fim de garantir o espaço necessário aos equipamentos, circulação, e módulos industrializados. Na Figura 11 é possível observar um layout de banheiro que comporta as larguras dos módulos, prevê os equipamentos, e ainda garante a circulação frontal necessária.

**Figura 11 – Layout de banheiro aprovado**



Fonte: Construtora B (2022).

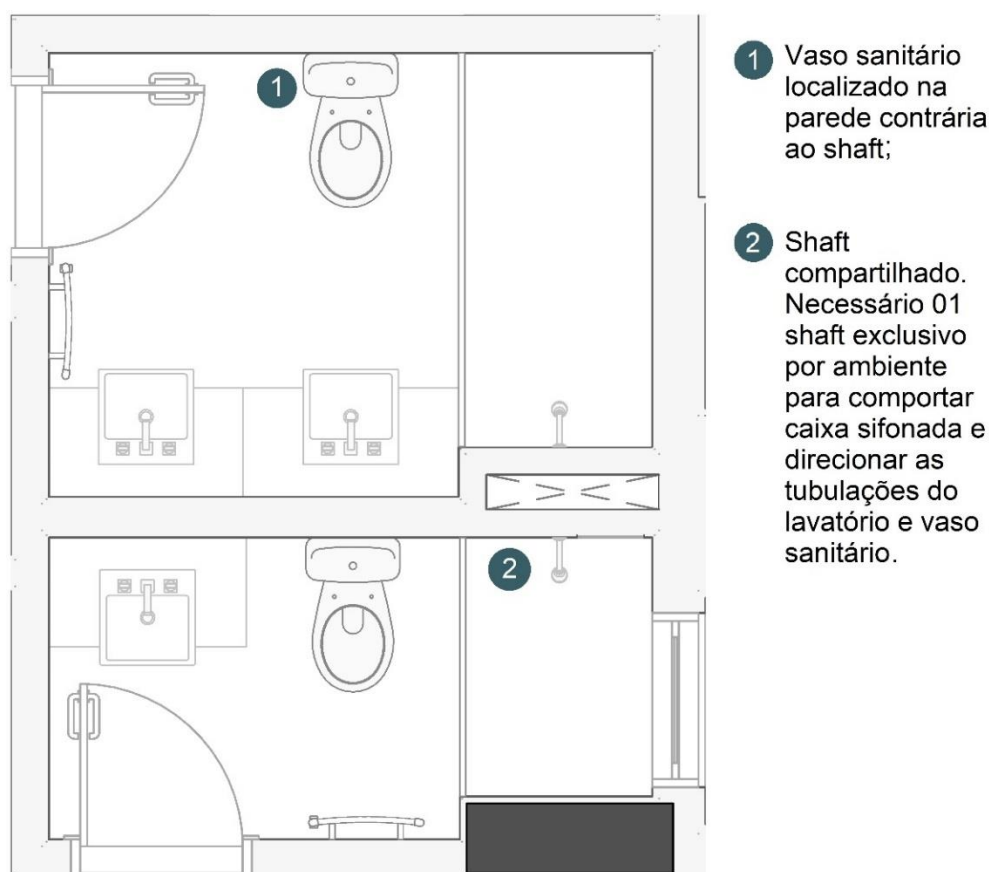
Além disso, para o sistema industrializado funcionar, é necessário prever que as tubulações se conectam horizontalmente, e tem o seu encaminhamento rente à parede. Portanto, o layout dos ambientes deve permitir os encaixes dos módulos, concentrando os equipamentos sanitários na mesma parede. Na Figura 12 é possível

observar o layout de 02 banheiros em que não seria possível fazer a instalação dos módulos industrializados, uma vez que:

Layout 1 – As tubulações do vaso sanitário teriam que percorrer todas as laterais do box para chegar até o shaft, fazendo com que o banheiro perca área útil, e aumente o custo de materiais;

Layout 2 – O banheiro de baixo compartilha o mesmo shaft que o banheiro de cima. Assim, não seria possível prever a caixa sifonada no box, e encaminhar as tubulações do lavatório e vaso sanitário, sem incluir os módulos industrializados em toda a parede.

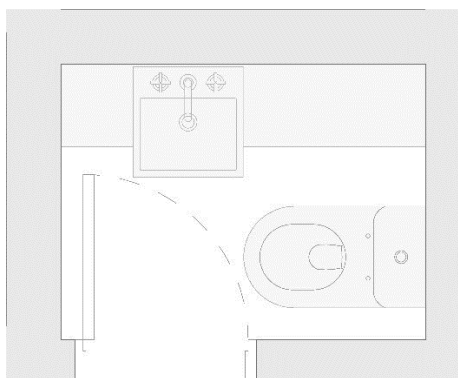
**Figura 12 – Layouts de banheiro não aprovado 01 e 02**



Fonte: Autora (2022).

Outro exemplo de situação em que não é possível a implementação dos módulos industrializados pode ser verificado na Figura 13, que retrata um layout em que não é previsto shaft e, portanto, não permite a instalação da solução industrializada.

**Figura 13 – Layouts de banheiro não aprovado 03**



Fonte: Autora (2022).

Dessa forma, é possível perceber que há uma limitação no layout dos ambientes para se fazer uso dos módulos industrializados.

## 2.2 Projeto do Sistema Hidrossanitário

Segundo Júnior (2020), o projeto hidrossanitário é imprescindível para a execução de uma obra, pois diminui significativamente os erros na montagem das instalações. Além de um bom projeto, é necessário também a utilização de bons materiais, com qualidade comprovada, a fim de diminuir a incidência de reparos futuros, os quais sempre trazem grandes custos e dor de cabeça. De acordo com Macintyre (2010), frequentemente, na tentativa de reduzir os custos da construção, são escolhidos materiais com baixa qualidade, ou subdimensionadas as tubulações. Os prejuízos e desconforto são sentidos posteriormente, durante o uso da edificação.

Conforme é citado por Stein *et al.* (2019 *apud* GOTO, 2017), para elaborar um bom projeto de instalações hidrossanitárias, devem ser seguidos os seguintes passos: concepção, demanda, dimensionamento e informação, apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1 – Etapas de projeto**

Etapa	Descrição
Concepção	É a primeira etapa do projeto, onde são levantadas as necessidades dos usuários da edificação em questão, e as possíveis soluções técnicas viáveis e compatíveis financeiramente. Serão estudadas as localizações dos pontos hidrossanitários, a determinação dos sistemas e do tipo de abastecimento.
Demanda	São verificadas as vazões demandadas para os trechos de tubulações pré-definidos, com base nas normas técnicas, dados históricos e referências.

<b>Dimensionamento</b>	A partir desta fase é realizado o dimensionamento dos diâmetros internos das tubulações, de acordo com as vazões previamente calculadas.
<b>Informação</b>	É documentado tudo o que será utilizado pela equipe de execução. Composto pelos desenhos técnicos, memorial descritivo, quantitativos e detalhes específicos.

Fonte: Adaptado de Stein et al. (2019 apud GOTO, 2017).

Creder (2006) comenta que um bom projeto de instalações hidrossanitárias é composto por plantas, cortes, detalhes e vistas isométricas. Devem ser apresentados o dimensionamento e o traçado dos condutores, as justificativas de cálculos. Por fim, fazem parte da entrega do projeto também as especificações dos materiais, normas utilizadas, e quantitativo.

Neste capítulo, com o intuito de contextualizar os projetos realizados no presente trabalho, serão abordados os conceitos e referenciais teóricos que contemplam as normas e bibliografias que regulamentam e orientam a realização e o dimensionamento de Projetos Hidrossanitários convencionais e industrializados, em relação às suas subdisciplinas definidas como Sistema Predial de Água Fria e Sistema Predial Sanitário.

### 2.2.1 Sistema Predial de Água Fria

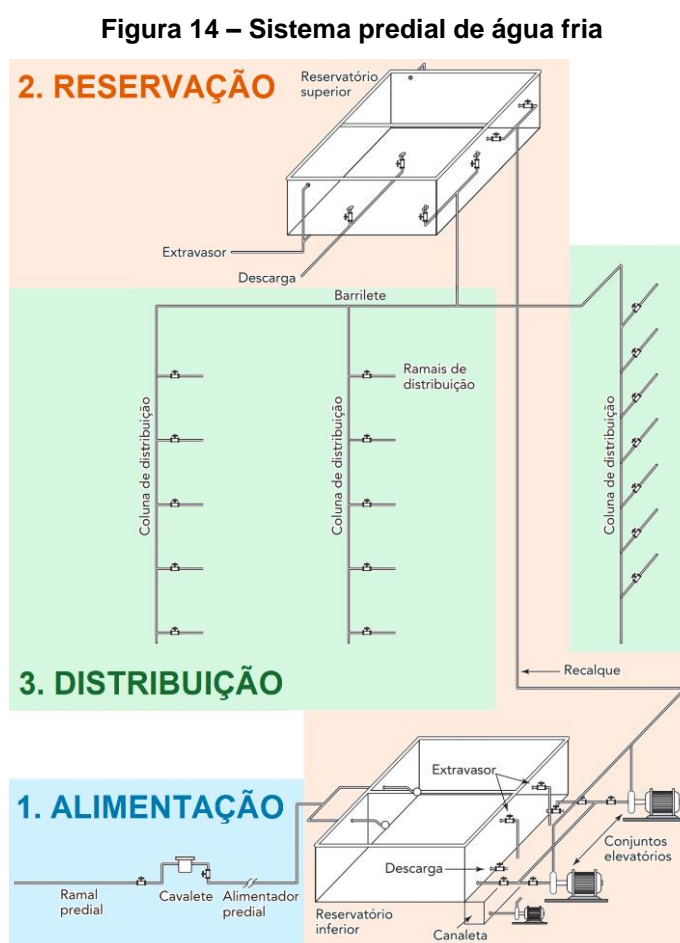
De acordo com Macintyre (2010), o uso de água fria potável hoje em dia é considerada indispensável para as condições básicas de habitabilidade, higiene e conforto. Para Stein et al., (2019) sem as instalações hidrossanitárias em uma edificação, não seria possível atender os requisitos mínimos dos usuários.

O Sistema Predial Hidráulico, também conhecido como Sistema Predial de Água Fria (SPAF) é normatizado com base na NBR 5626:2020 onde é possível encontrar requisitos, orientações e informações a respeito do seu dimensionamento, sistema, componentes, entre outros. Conforme a NBR 5626 ABNT (2020), o SPAF deve ser projetado e executado a fim de garantir durante a vida útil das instalações, preservando a qualidade e potabilidade da água potável; o fornecimento de água de forma contínua com vazões, quantidades, pressões e velocidades adequadas; o conforto dos seus usuários, evitando ruídos inadequados, e minimizando a ocorrência de patologias, bem como considerar acesso para manutenções.

Para Júnior (2020), a instalação predial de água fria tem como componentes o conjunto de equipamentos, tubulações, reservatórios e dispositivos necessários para o abastecimento dos pontos de consumo de água nos aparelhos utilizados, garantindo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento, em quantidades suficientes.

De acordo com a NBR 5626 ABNT (2020), o Sistema predial de água fria é o conjunto de tubos, peças, equipamentos e reservatórios, entre outros componentes que tem como objetivo conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização, mantendo o padrão de potabilidade da mesma.

“O Sistema Predial de Água Fria (SPAF) pode ser dividido em três subsistemas: subsistema de abastecimento, subsistema de reservação e subsistema de distribuição” (JÚNIOR, 2020, p. 22). Na Figura 14 é possível observar um desenho esquemático, exemplificando as principais partes constituintes de um sistema predial de água fria subdivididos em: abastecimento (ou alimentação), reservação e distribuição interna.



Fonte: Adaptado de Júnior (2020).

O sistema de alimentação é composto pelo ramal predial, cavalete e alimentador predial; e o sistema de reservação é composto pelos reservatórios inferior e superior, conjunto elevatório e tubulações de sucção e recalque. Já o sistema de distribuição é composto pelas colunas e ramais de distribuição. Nesta divisão, os dois primeiros subsistemas são dimensionados e executados de acordo com o sistema convencional de instalações, comuns a todos os sistemas hidráulicos. Apenas o sistema de distribuição se difere em materiais e método construtivo quando utilizado o sistema industrializado. Sendo assim, no dimensionamento das tubulações serão descritas somente as referências utilizadas para calcular os ramais e sub-ramais que fornecem água potável para os dispositivos de consumo, dentro dos apartamentos. Serão apresentados os dimensionamentos tanto em tubulações de PVC, como em PEX para possível comparação.

Antes de dimensionar as tubulações, são considerados os diâmetros mínimos dos sub-ramais de alimentação de água fria, nos equipamentos que recebem essa contribuição. De acordo com Júnior, (2020), pode-se levar em consideração os diâmetros mínimos estabelecidos na Tabela 2.

**Tabela 2 – Diâmetro nominal mínimo dos aparelhos hidráulicos**

Pontos de utilização	Diâmetro Nominal do Ramal DN [mm]	Diâmetro Nominal do Ramal Ref. [polegada]
Bacia sanitária	20	1/2
Banheira de residência	20	1/2
Chuveiro de residência	20	1/2
Lavatório de residência	20	1/2
Pia de cozinha residencial	20	1/2
Tanque de lavar roupas	20	1/2
Máquina de lavar louças	25	3/4
Máquina de lavar roupas	25	3/4

Fonte: Adaptado de Júnior (2020).

Ao ser realizado o dimensionamento, alguns itens devem ser atingidos para que o sistema esteja dentro dos parâmetros garantidos por norma. De acordo com a NBR 5626 ABNT (2020), a pressão estática no ponto de utilização deve estar entre 1,0 m.c.a. (metros de coluna d'água) e 40 m.c.a. Porém Júnior (2020) comenta que sempre deve ser consultado o fabricante, para verificar qual a pressão mínima a peça de utilização necessita para funcionar corretamente. Alguns aparelhos podem

requerer pressão maior para garantir o seu funcionamento, como por exemplo um modelo de torneira monocomando da Docol ([s. d.]), que solicita pelo menos 7,0 m.c.a. no seu ponto de utilização. Segundo alguns fabricantes, a pressão mínima recomendável no ponto de chuveiro, por exemplo, é de 4,0 m.c.a. A norma também comenta que a velocidade em qualquer ponto da tubulação deve ser de no máximo 3,0 m/s.

### 2.2.1.1 Dimensionamento em PVC

Os ramais e sub-ramais projetados com as tubulações de PVC serão dimensionadas utilizando o critério de consumo máximo provável. Neste método, de acordo com Júnior (2020), são somados os pesos dos aparelhos sanitários que são alimentados por cada ramal. Os valores utilizados dos pesos relativos podem ser observados na Tabela 3.

**Tabela 3 – Pesos relativos nos pontos de utilização**

Aparelho Sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto (L/s)	Peso relativo
Bacia Sanitária	Caixa de descarga acoplada	0,15	0,3
	Válvula de descarga	1,70	32
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4
Chuveiro elétrico	Registro de Pressão	0,10	0,1
Lavadora de louças ou de roupas	Registro de Pressão	0,30	1,0
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7
	Torneira elétrica	0,10	0,1
Tanque de lavar roupas	Torneira	0,25	0,7
Torneira de jardim	Torneira	0,20	0,4

Fonte: Adaptado de Júnior (2020).

Para calcular a vazão estimada nos ramais, primeiramente é necessário dividir e nomear cada trechos de tubulação, e analisar quais pontos cada trecho alimenta. Em seguida é utilizada a Equação 1, para determinar a vazão em cada tubulação. Por fim, é determinado o diâmetro das tubulações através do ábaco representado na Figura 15.

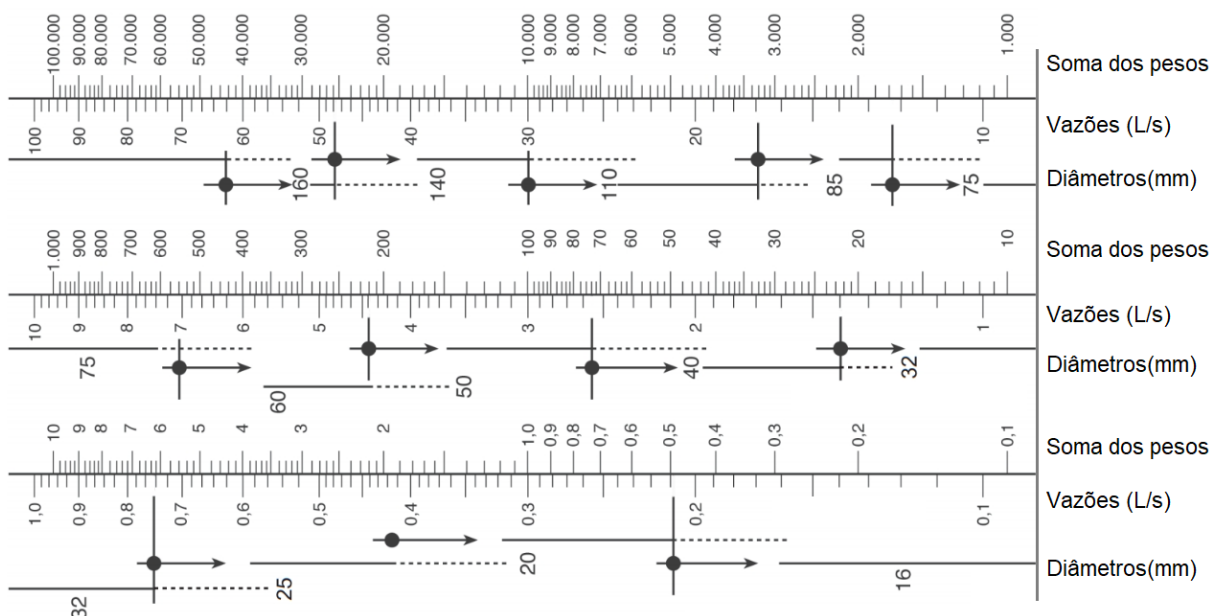
$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Q é a vazão estimada no trecho (L/s);

$\Sigma P$  é a soma dos pesos relativos dos aparelhos alimentados pelo trecho.

Figura 15 – Ábaco para determinar o diâmetro das tubulações



Fonte: Adaptado de Júnior (2020).

De acordo com a NBR 5626 ABNT (2020) é importante que a velocidade das tubulações não ultrapasse o valor de 3 m/s. Uma vez descobertas as vazões e os diâmetros dos trechos, verifica-se a velocidade através da Equação 2.

$$\frac{\pi \times D^2}{4} = \frac{Q}{V} \quad \rightarrow \quad V = \frac{4000 \times Q}{\pi \times Di^2} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

Q é a vazão calculada no trecho (L/s);

V é a velocidade (m/s);

Di é o diâmetro interno (mm).

Por fim, é necessário verificar a perda de carga total de cada trecho. De acordo com Macintyre (2017), a perda de carga é calculada pela soma da perda de carga unitária com a perda de carga localizada, a partir das conexões utilizadas. Primeiramente é calculada a perda de carga unitária a partir da fórmula de Fair-Whipple-Hsiao, indicada para tubulações de PVC até 100mm, exemplificada na Equação 3.

$$J = 869000 \times Q^{1,75} \times Di^{-4,75} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

J é a perda de carga unitária (mca/m);

















Q é a vazão calculada no trecho (L/s);

Di é o diâmetro interno do tubo (mm).

Em seguida é multiplicada a perda de carga por metro calculada (J) pelo comprimento da tubulação na seção calculada para encontrar a perda de carga unitária das tubulações.

A Tabela 4 é utilizada para encontrar o comprimento equivalente das conexões utilizadas e calcular a perda de carga em relação às conexões existentes em cada ramal e sub-ramal. É verificado quantas conexões existem no encaminhamento e de que tipo e diâmetro são. A partir disso, é analisado qual o comprimento equivalente das perdas de carga localizadas e somado os valores para encontrar o comprimento total de todos os trechos, de acordo com as equações 4 e 5.

**Tabela 4 – Comprimento equivalente das conexões**

COMPRIMENTO EQUIVALENTE DAS CONEXÕES (m)		20	25	32	40	50	60	75	85	110
DN (mm)										
Joelho 90°		1,1	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3
Joelho 45°		0,4	0,5	0,7	1,0	1,0	1,3	1,7	1,8	1,9
Curva 90°		0,4	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
Curva 45°		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
TE 90° passagem direta		0,7	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
TE 90° saída de lado		2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3
TE 90° saída bilateral		2,3	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3
Entrada normal		0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2
Entrada de borda		0,9	1,0	1,3	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,0
Saída de canalização		0,8	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9
Válvula de pé e crivo		8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8	28,6
Válvula de retenção tipo leve		2,5	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3	10,4
Válvula de retenção pesado		3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	16,0
Registro globo aberto		11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	40,0	42,3
Registro gaveta aberto		0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0
Registro ângulo aberto		5,9	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	20,0	22,1

Fonte: Adaptado de Júnior (2020).

$$LT = Leq + Lr$$

(Equação 4)

Onde:

LT é o comprimento total (m);

$L_{eq}$  é o somatório do comprimento equivalente das conexões (m);

$L_r$  é o comprimento real das tubulações (m).

$$h_f = LT \times J \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

$h_f$  é a perda de carga total do conduto (mca);

$LT$  é o comprimento total da seção de tubulação (m);

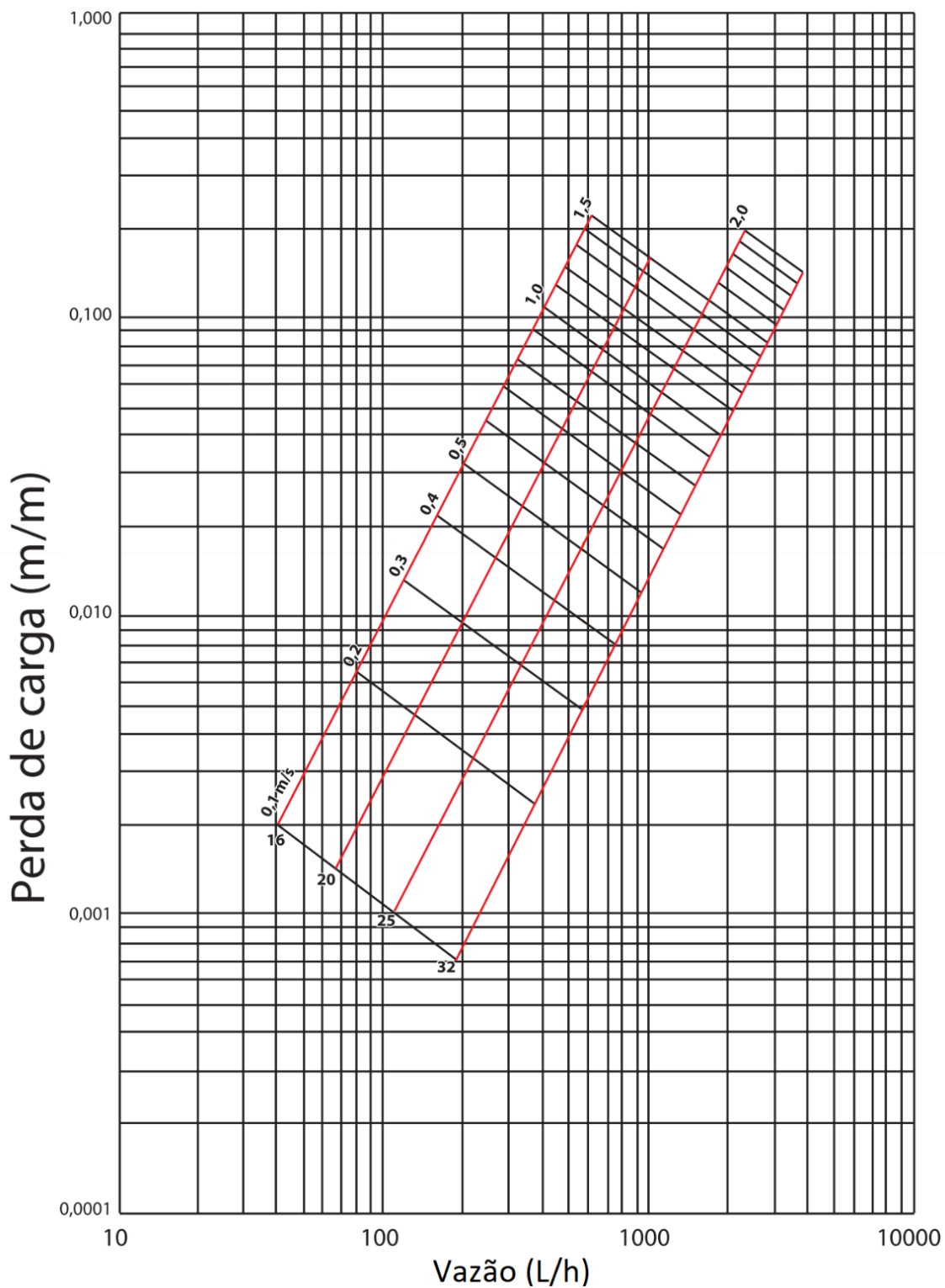
$J$  é a perda de carga unitária (mca/m).

### 2.2.1.2 Dimensionamento em PEX

Segundo a NBR 15939-2 ABNT (2011), o dimensionamento e a execução das tubulações de distribuição de água fria no sistema PEX devem seguir a NBR 5626 da mesma maneira, realizando os cálculos do comprimento dos tubos juntamente com o comprimento equivalente das conexões. Porém, as perdas de carga podem apresentar algumas diferenças, uma vez que com o PEX não há tantas conexões, e alguns trechos de tubulações podem realizar curvas.

Primeiramente são seguidos os mesmos passos do dimensionamento das tubulações de PVC, onde se determina a vazão do trecho analisado a partir dos aparelhos sanitários que este alimenta, utilizando a Tabela 3 e a Equação 1 apresentadas no capítulo 2.2.1.1. Em seguida, ao invés de ser utilizado o ábaco da Figura 15, é utilizado o ábaco da Figura 16 para se encontrar a perda de carga e o diâmetro da seção de tubulação. Segundo Júnior (2020), no sistema PEX a velocidade deve ser no máximo de 3,0 m/s e a perda de carga limitada em até 10% (0,10 metros/metro). Deve-se atentar para as unidades de cada equação, ábaco e tabela, realizando as conversões quando necessário.

Figura 16 – Ábaco da Perda de Carga das Tubulações PEX




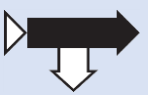



Fonte: Adaptado de Tigre (2009).

Ao encontrar a perda de carga (J) no ábaco deve-se verificar se nos trechos há conexões de curva ou derivações. Nesse caso, é necessário também conhecer a perda de carga localizada das conexões existentes, somando-se os dados

demonstrados na Tabela 5, juntamente com a perda de carga encontrada no ábaco da Figura 16. Conforme demonstra a Equação 4 do capítulo 2.2.1.1. Por fim, deve-se utilizar a Equação 5 para descobrir a perda de carga total no trecho de tubulação.

**Tabela 5 – Perda de carga localizadas**

Valores de Perda de Carga das Conexões (m)					
Conexões	Símbolo	Ø16 mm	Ø20 mm	Ø25 mm	Ø32 mm
Joelho 90°		0,37	0,29	0,26	0,26
Redução		0,14	0,11	0,10	0,09
Tê 90° Saída de lado		0,44	0,34	0,31	0,26
Tê 90° Passagem direta		0,10	0,08	0,08	0,07
Tê 90° Saída bilateral		0,39	0,31	0,28	0,23

Fonte: Adaptado de Tigre (2009).

Por fim, para se conhecer a velocidade de cada trecho de tubulação e verificar se está dentro da norma, deve ser utilizada a Tabela 6.

**Tabela 6 – Bitola em razão da vazão pela velocidade**

Bitola (mm)	Velocidade (m/s)														Vazão (L/min)
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3	
16	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	
20	1,12	2,23	3,35	4,47	5,58	6,70	7,82	8,93	10,05	11,17	16,75	22,33	27,92	33,50	
25	1,92	3,83	5,75	7,67	9,58	11,50	13,42	15,33	17,25	19,17	28,75	38,33	47,92	57,5	
32	3,17	6,33	9,50	12,67	15,83	19,00	22,17	25,33	28,50	31,67	47,50	63,33	79,17	95,00	

Fonte: Adaptado de Tigre (2009).

### 2.2.2 Sistema Predial Sanitário

A NBR 8160 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução (ABNT, 1999) é a norma que estabelece as recomendações e exigências relativas ao projeto e execução dos sistemas sanitários das edificações no Brasil. A norma estabelece que as instalações de esgoto sanitário têm o objetivo de coletar e conduzir os resíduos dos aparelhos sanitários até o seu destino adequado. As instalações devem ser projetadas de forma a evitar a contaminação a água potável, permitindo que a água já utilizada seja rapidamente escoada, sem que ocorram vazamentos ou obstrução das tubulações. Devem também descartar os gases formados pelo sistema, sem que ocorra qualquer prejuízo aos usuários, e garantir a inspeção dos componentes com fácil acesso sempre que necessário.

“As instalações prediais de esgotos sanitários destinam-se a coletar, conduzir e afastar da edificação todos os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários, dando-lhes um rumo apropriado” (JÚNIOR, 2020, p. 169). De acordo com Júnior (2020), as tubulações e conexões de esgoto normalmente são executadas utilizando a linha sanitária de PVC série normal ou reforçada.

Conforme é citado por Creder (2006), uma vez analisada a posição dos aparelhos sanitários, é possível desenhar e interligar os seus ramais de descarga. Os lavatórios, ralos de chuveiros, e tanques de lavar roupa podem ser conectados diretamente à caixas sifonadas, que posteriormente serão conectadas ao ramal de esgoto. Já os vasos sanitários, dotados de sifão interno, podem ter seus ramais diretamente nos tubos de queda de esgoto. As pias de cozinha e máquinas de lavar louça, devem ter sistema independente e seguirem direto para a prumada de gordura, que posteriormente desaguará em uma caixa de gordura.

De acordo com Júnior (2020), as vazões que escoam pelas tubulações são dimensionadas de acordo com as contribuições de cada aparelho, medidas em Unidades Hunter de Contribuição (UHC). A UHC é um fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual de cada aparelho sanitário (ABNT, 1999). Na Tabela 7 podem ser observados os UHC considerados para cada tipo de aparelho sanitário, bem como o diâmetro nominal mínimo dos seus respectivos ramais de descarga.

**Tabela 7 – UHC e diâmetro nominal mínimo dos aparelhos sanitários**

Aparelhos Sanitários	Nº de Unidades Hunter de Contribuição (UHC)	Diâmetro Nominal do Ramal de Descarga – DN [mm]
Bacia sanitária	6	100
Banheira de residência	2	40
Chuveiro de residência	2	40
Lavatório de residência	1	40
Pia de cozinha residencial	3	50
Tanque de lavar roupas	3	40
Máquina de lavar louças	2	50
Máquina de lavar roupas	3	50

Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

Ramal de esgoto é a “tubulação primaria que recebe os efluentes dos ramais de descarga diretamente ou a partir de um desconector” (MACINTYRE, 2017, p. 108). Para dimensionar os ramais de esgoto, é possível utilizar a Tabela 8.

**Tabela 8 – Dimensionamento de ramais de esgoto**

Diâmetro nominal mínimo do tubo DN [mm]	Número máximo de UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

Em seguida, para dimensionar o tubo de queda, “tubulação que recebe efluentes de subcoletores, ramais de esgoto e ramais de descarga” (CREDER, 2006, p. 227), é utilizada a Tabela 9.

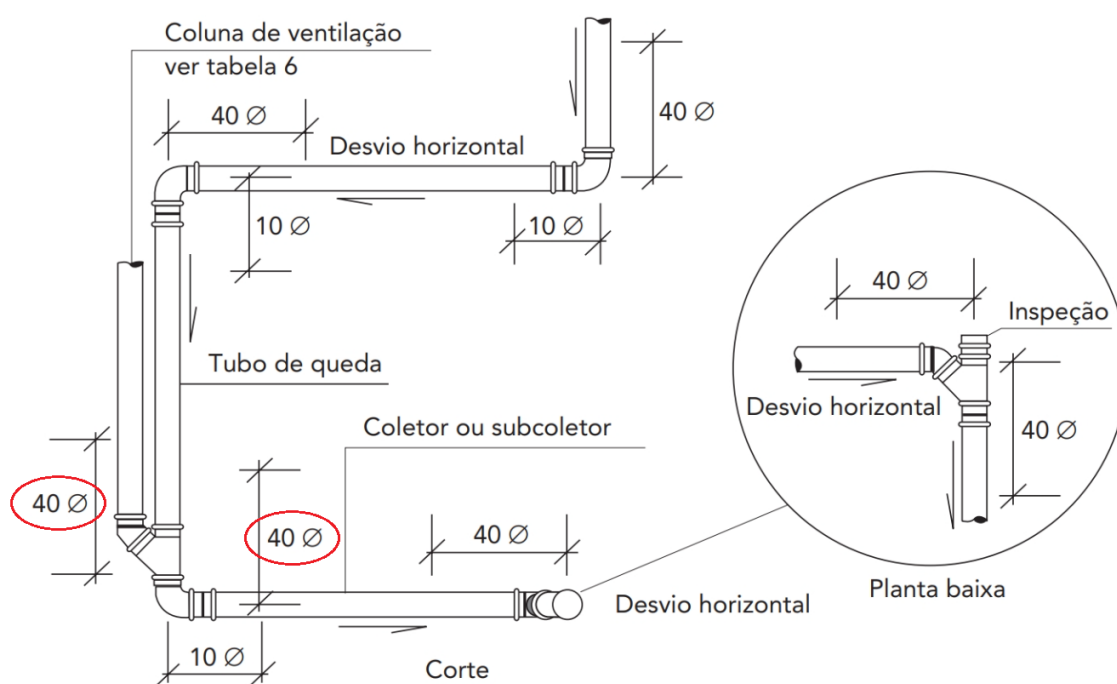
**Tabela 9 – Dimensionamento dos tubos de queda**

Diâmetro nominal do tubo DN [mm]	Número máximo de UHC	
	Até 3 pavimentos	Mais de 3 pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1900

Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

É importante atentar também para as zonas de sobrepressão no projeto sanitário. De acordo com Júnior (2020), nas áreas de serviço localizados nos 2 primeiros pavimentos da edificação, é recomendado realizar as ligações dos ramais de água servida em tubos de queda independentes, a fim de evitar um possível retorno de espuma. Isso pode acontecer por conta das chamadas zonas de sobrepressão, as quais estão indicadas na Figura 17. Neste caso, para as ligações destes pavimentos, é necessário garantir uma distância mínima de quarenta vezes o diâmetro da prumada, antes da mesma efetuar o desvio horizontal.

**Figura 17 – Zonas de sobrepressão**



Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

A NBR 8160 ABNT (1999) estabelece também a utilização do sistema de ventilação, através de ramais e colunas de ventilação prolongados até a cobertura, ou através da utilização de ramais com dispositivos de admissão de ar. Para realizar o dimensionamento das válvulas de admissão de ar (VAA) utilizadas em cada shaft hidrossanitário, de acordo com a Astra (2020), são utilizadas as tabelas 10 e 11 para determinar as vazões requeridas de ventilação. Em seguida são utilizadas as equações 6 e 7, para definir se o sistema está dentro do limite determinado para a utilização de uma unidade de VAA.

**Tabela 10 – Vazões de esgoto por aparelho sanitário**

Aparelho	DU [L/s]
Bacia sanitária	2,0
Banheira de residência	1,3
Chuveiro de residência	1,3
Lavatório de residência	0,3
Pia de cozinha residencial	1,3
Máquina de lavar louças	0,2
Máquina de lavar roupas	1,2

Fonte: Adaptado de Astra (2020).

**Tabela 11 – Definição do fator de frequência**

Aplicações	K
Uso intermitente (casa, escritório, etc.)	0,5
Uso frequente (hospital, escola, restaurante, etc.)	0,7
Uso congestionado (banheiros públicos, etc.)	1,0
Uso especial (laboratórios, etc.)	1,2

Fonte: Adaptado de Astra (2020).

$$Q_{ww} = K\sqrt{\sum DU} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

$Q_{ww}$  é a vazão total do sistema, em L/s;

K é o fator de frequência, de acordo com;

$\sum DU$  é o somatório das vazões de esgoto dos aparelhos utilizados.

$$Q_a = 2 \times Q_{ww} \quad (\text{Equação 7})$$

Onde:

$Q_a$  é o fluxo de ar requerido, em L/s.

De acordo com o fabricante Astra (2020), uma VAA de 50mm atende um fluxo de ar requerido de até 7,6 L/s; e a válvula deve ser dimensionada individualmente para cada pavimento, não podendo utilizar o mesmo dispositivo para pavimentos diferentes.

### **3 MÉTODO DA PESQUISA**

De acordo com Gil (2002), as pesquisas podem ser classificadas de acordo com seus objetivos e divididas em: exploratórias, descritivas e explicativas. As pesquisas exploratórias são aquelas que “tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema” (GIL, 2002, p. 41). Conforme é citado por Gil (2002), a maioria das pesquisas exploratórias são classificadas como estudos de caso, onde envolvem o levantamento bibliográfico acerca do tema e a realização de análise de casos com o propósito “explorar situações da vida real” (GIL, 2002, p. 54), de maneira a permitir maior e mais profundo conhecimento sobre o tema, sendo a sua análise de dados predominantemente qualitativa.

Como resultado deste trabalho, deseja-se disseminar a aplicação dos dimensionamentos de projeto hidrossanitário, realizados no mercado de trabalho, com foco no sistema industrializado, voltados para uma abordagem educativa. Sendo assim, para chegar nestes objetivos, realizou-se a pesquisa por meio de um estudo de caso. Os elementos a serem analisados fazem parte do objeto de estudo, e tiveram como base os elementos gráficos representados em Projeto Arquitetônico, as necessidades dos usuários, e as soluções presentes no mercado, a fim de propor uma solução industrializada adequada.

A seguir serão tratados os procedimentos adotados para a realização do projeto hidrossanitário com sistema industrializado de uma edificação residencial multifamiliar.

#### **3.1 Objeto de Estudo**

O estudo desenvolvido teve como escopo o Projeto Hidrossanitário, contemplando os projetos de: Sistema Predial de Água Fria, Sistema Predial de Esgoto Sanitário e Sistema Predial de Água Pluvial. A edificação em estudo teve o seu nome e localização preservados, por solicitação da construtora e empresa que forneceu o Projeto Arquitetônico. Sendo assim, definiu-se o empreendimento como sendo Empreendimento A e a construtora que forneceu o projeto, como Construtora B. O Empreendimento A é um residencial multifamiliar, concebido em projeto de alvenaria estrutural que conta com duas torres, contendo oito pavimentos cada, sendo o térreo mais sete pavimentos tipo. Todos os pavimentos contam com quatro

apartamentos, totalizando 32 unidades habitacionais por torre, e 64 unidades habitacionais no total. A área total construída é de 4.440,50 m<sup>2</sup>. Na Figura 18 é possível observar uma perspectiva tridimensional do projeto arquitetônico do Empreendimento A.

**Figura 18 – Perspectiva Projeto Arquitetônico do Empreendimento A**



Fonte: Construtora B (2022).

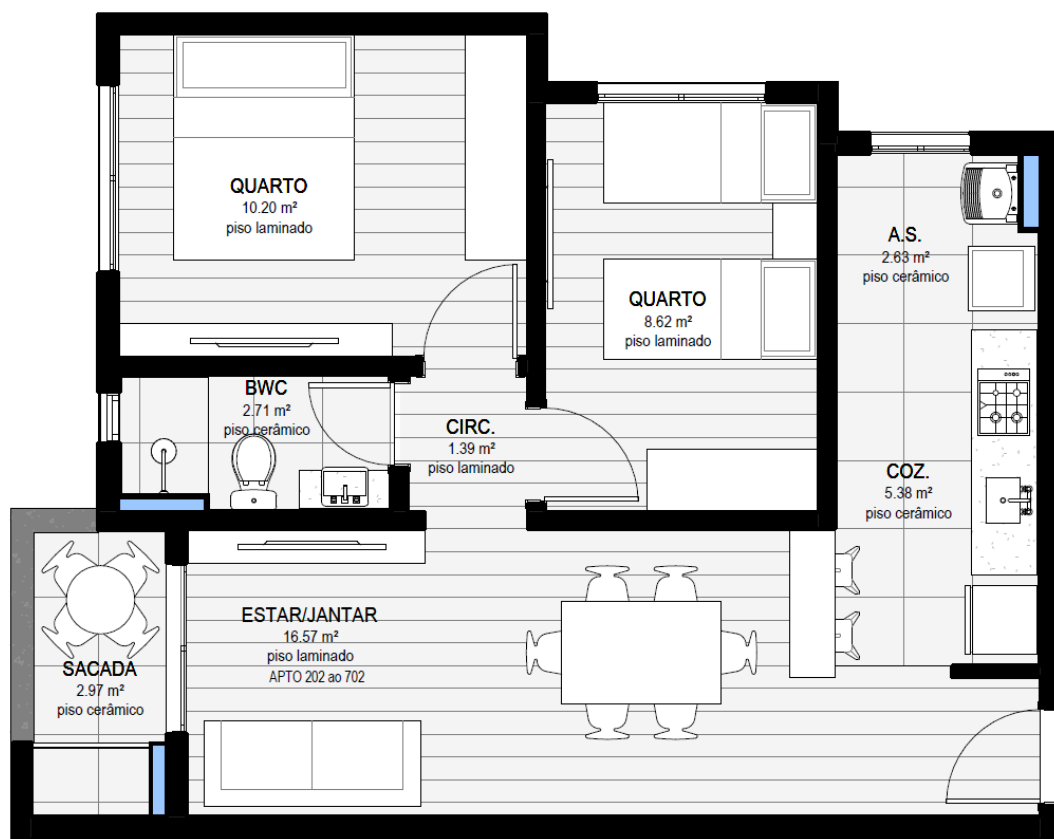
Todos os pavimentos contam com quatro apartamentos de aproximadamente 57 m<sup>2</sup> cada, contendo sala de estar e jantar, cozinha, dois quartos, um banheiro e sacada. A Figura 19 ilustra a disposição dos apartamentos em cada pavimento, e na Figura 20 é possível observar o modelo de apartamento tipo 01. Os demais apartamentos são iguais, mas espelhados. Os pontos de consumo de água em cada apartamento são, na cozinha: pia; na área de serviço: tanque de lavar roupas e máquinas de lavar roupas; e no banheiro: lavatório, vaso sanitário e chuveiro.

**Figura 19 – Planta do pavimento tipo**



Fonte: Construtora B (2022).

Figura 20 – Planta do apartamento tipo 01



Fonte: Construtora B (2022).

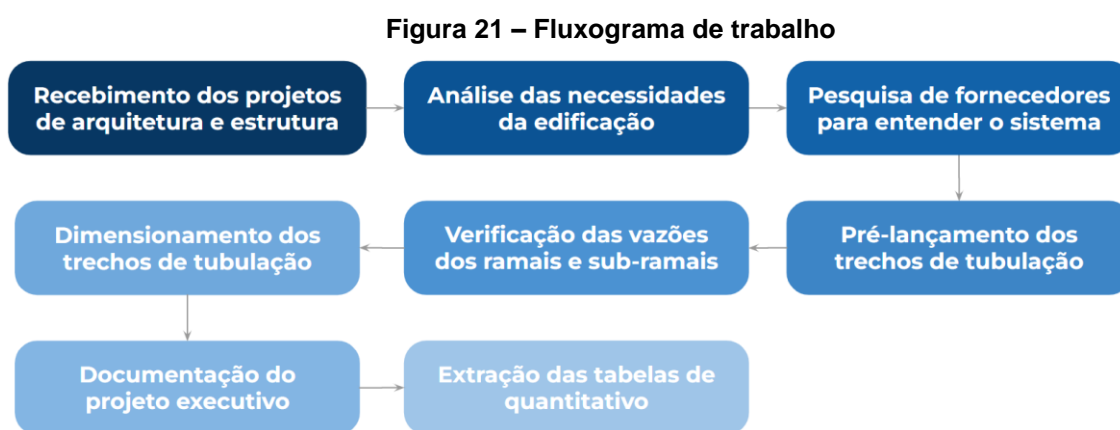
Os projetos hidrossanitários foram realizados com base nas normas NBR 5626-2020 e NBR 8160-1999. Foram dimensionados e desenvolvidos os traçados visando a utilização de sistema industrializado, de acordo com o que é fornecido pelo mercado. Sendo assim, foi dado ênfase para o dimensionamento do interior dos apartamentos, onde há diferença no sistema e materiais utilizados, uma vez que no sistema industrializado os banheiros e cozinhas são considerados módulos prontos entregues pré-montados pela fábrica. Dessa forma, não foram apresentados os dimensionamentos e detalhes do projeto da área comum da edificação como reservatórios superior e inferior, sistema de recalque, coluna de alimentação, dimensionamento de captação de águas pluviais, sistema de tratamento de esgoto, entre outros.

Os projetos foram realizados utilizando o software Revit Autodesk. O mesmo foi escolhido em detrimento das demais opções disponíveis no mercado devido ao mesmo ser o mais utilizado pelos escritórios de projetos (SILVEIRA; AYRES, 2021), bem como por ser o adotado nos laboratórios do IFSC, e pelo domínio da ferramenta

por parte da autora. Para os cálculos de dimensionamento foi utilizado o software Microsoft Office Excel.

### 3.2 Estratégia de Estudo

As etapas desenvolvidas durante a realização do presente trabalho foram representadas num fluxograma e ilustrado na Figura 21.



Fonte: Elaborado pela autora.

Inicialmente, ao receber os projetos arquitetônico e estrutural, foi realizada uma análise dos ambientes identificando os pontos de consumo de água, e quais as necessidades do usuário da edificação. Na sequência, verificou-se os fornecedores disponíveis no mercado para entender melhor o funcionamento dos sistemas e como proceder com o dimensionamento do mesmo, além de observar os detalhes construtivos. Para assim, poder realizar um projeto de excelência. Em seguida, foi realizado um pré-lançamento dos trechos de tubulação com os diâmetros mínimos para cada aparelho, para identificar quais ramais existem no projeto, e quais aparelhos necessitam ser alimentados.

Tendo os ramais e sub-ramais desenhados, foi realizado o dimensionamento dos trechos de tubulação em PEX para água fria e PVC para esgoto, conforme descrito nos capítulos 2.2.1.2 e 2.2.2. Ainda nessa etapa foram realizados ajustes no traçado das tubulações, redimensionando-as conforme necessário. Já para o projeto sanitário, foi realizado o dimensionamento dos ramais, prumadas e Válvula de admissão de ar.

Por fim, foi realizada a documentação do projeto contendo plantas baixas, detalhes, e vistas isométricas, e em seguida foram extraídos os quantitativos do modelo BIM. A apresentação final é constituída por pranchas gráficas, as quais podem ser observadas no Anexo A, além da planilha de dimensionamento no Anexo B, e as tabelas com as quantidades e descrições no Anexo C.

### 3.3 Concepção do projeto hidráulico

Primeiramente, para iniciar o projeto, foi realizada uma análise da planta do projeto arquitetônico do pavimento tipo do empreendimento A. Na Figura 19 é possível identificar os quatro apartamentos, bem como a circulação do pavimento tipo, o shaft onde foram posicionados os hidrômetros medidores de cada unidade, e a posição dos ambientes que tem demanda de água: o banheiro e a cozinha. Assim, foi definido o traçado inicial da distribuição de água fria, conforme demonstrado na Figura 22, através de uma tubulação passando pelo forro, com diâmetro mínimo inicial de 25mm até o interior de cada apartamento, onde se divide em duas tubulações com diâmetro mínimo de 25mm até o banheiro e o shaft da cozinha.

**Figura 22 – Traçado inicial de distribuição de Água Fria no Pavimento Tipo**



Fonte: Elaborado pela autora.

Após o traçado inicial, foram estudados os ambientes de banheiro e cozinha separadamente e os equipamentos contidos em cada um, definindo uma sigla que será utilizada para identificação no projeto, bem como a altura definida para cada ponto. As alturas dos pontos de utilização foram seguidas conforme a recomendação citada por Júnior (2020), de forma a atender as normas NBR 16728-2:2019 – Tanques, lavatórios e bidês, Parte 2: Procedimento para instalação e à NBR 16727-2:2019 – Bacia sanitária, Parte 2: Procedimento para instalação. As siglas e alturas em relação ao piso acabado estão explicitadas na Tabela 12.

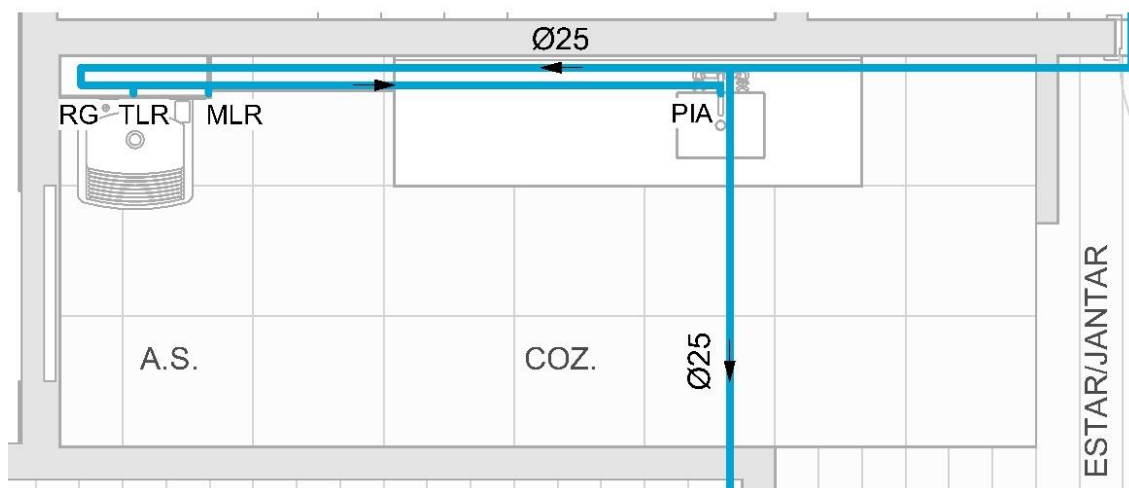
**Tabela 12 – Equipamentos: siglas e alturas dos pontos**

Ambiente	Equipamento	Sigla de Identificação	Altura dos pontos (cm)	
			Hidráulico	Sanitário
Cozinha	Pia de Cozinha	PIA	60	50
	Máquina de Lavar Roupas	MLR	90	80
	Tanque de Lavar Roupas	TLR	115	50
	Registro de Gaveta	RG	180	-
	Caixa Sifonada	CS	-	No piso
Banheiro	Lavatório	LV	60	50
	Vaso Sanitário	VS	20	19
	Registro de Pressão	RP	110	-
	Registro de Gaveta	RG	180	-
	Chuveiro	CH	220	-
	Caixa Sifonada de Parede	CSP	-	Rente ao piso

Fonte: Elaborado pela autora.

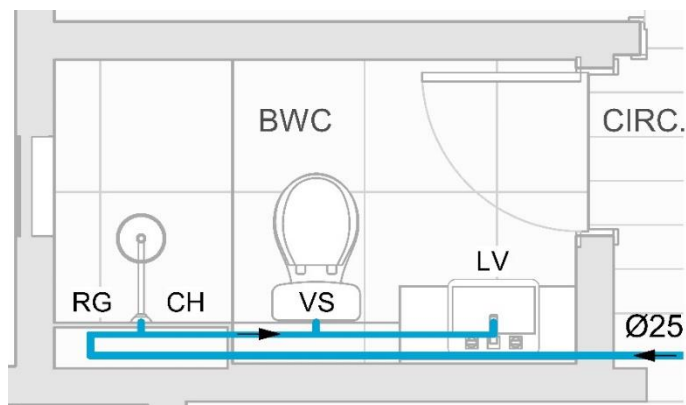
Identificada a posição de cada equipamento de utilização, traçou-se o caminho inicial da tubulação para chegar em cada ponto, considerando também a localização dos registros gerais de cada ambiente. A locação dos equipamentos e seu traçado inicial podem ser observadas na Figura 23 e Figura 24.

**Figura 23 – Localização equipamentos e traçado hidráulico inicial Cozinha**



Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 24 – Localização equipamentos e traçado hidráulico inicial Banheiro**



Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida foram pesquisados diversos catálogos de fornecedores para entender os produtos existentes e como poderiam ser projetadas as instalações utilizando a tubulação PEX monocamada, bem como se daria a transição da tubulação de PVC para a tubulação de PEX. Além disso, foram estudados os chassis metálicos com fechamento em placa cimentícia e drywall. Nessa pesquisa foram utilizados catálogos da Astra (2021), Emmeti (2021), Tigre (2009), Barbi (2016) e Smart Pods (2020). Foi considerada a utilização de vaso sanitário para caixa acoplada com saída horizontal.

Após realizadas pesquisas, foram modelados os traçados finais de todas as tubulações, conexões e acessórios necessários para o projeto hidráulico. Para os diâmetros de tubulação, foram seguidas as recomendações de diâmetros mínimos ramais de utilização conforme citado na Tabela 2, no capítulo 2.1.

No shaft principal foram locados os hidrômetros, sendo um para cada apartamento. A prumada Coluna de Água Fria Potável (CAF) foi dimensionada de acordo com o consumo total de todo o prédio, e a pressão calculada no capítulo 3.4. Foi locada também a prumada Coluna Recalque de Água Fria Potável (RAF), a qual é responsável por levar a água até o reservatório superior, sendo esta última considerada apenas para fins de alocação correta de espaços.

### **3.4 Dimensionamento de pressão e perda de carga**

Para verificar se as tubulações estão dimensionadas corretamente, e eventualmente ajustar o diâmetro destas, é necessário calcular a vazão de cada ramal, a velocidade dentro da tubulação e a perda de carga até o ponto final de utilização mais distante. Todas estas variáveis devem estar de acordo com a NBR 5626, conforme referenciado no capítulo 2.2. Para realizar estes cálculos, foi seguido o passo-a-passo e utilizadas as fórmulas demonstradas no mesmo capítulo. Em todo o trecho de prumada, hidrômetros, e distribuição para os apartamentos até o ambiente, foi considerada tubulação de PVC. A partir da entrada no shaft do banheiro e cozinha foi realizada a transição da tubulação de PVC para a tubulação de PEX.

Uma vez que o objetivo do presente trabalho contempla somente o dimensionamento do pavimento tipo, não foram dimensionadas as tubulações e equipamentos que fazem parte dos subsistemas de Alimentação e Reservação, exemplificados na Figura 14. Assim, para o dimensionamento das tubulações, foram arbitradas tanto a altura do fundo da caixa d'água até o último pavimento tipo, quanto o comprimento da tubulação e a quantidade de conexões para se calcular a perda de carga neste trecho.

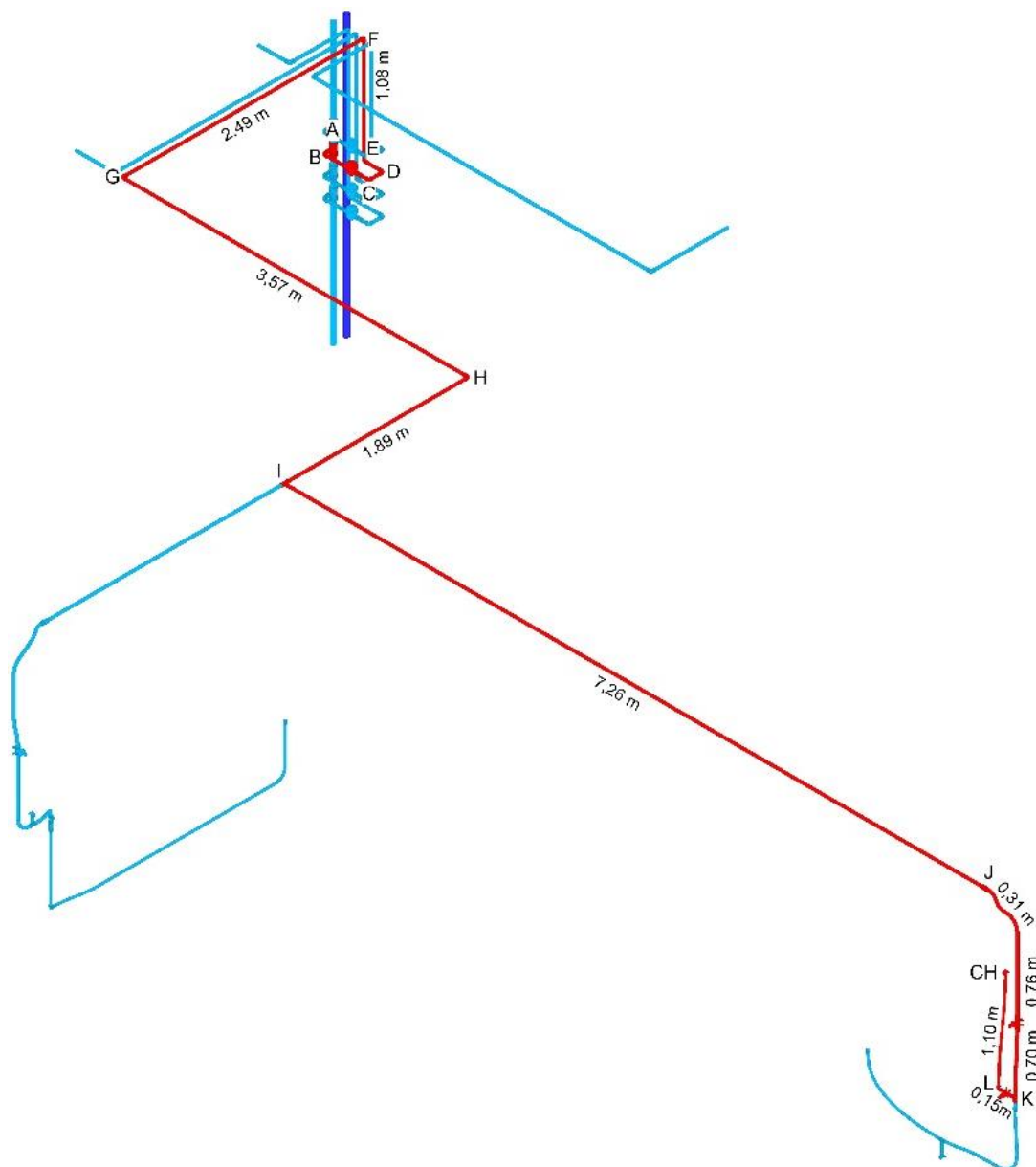
Para o dimensionamento das tubulações foi considerado apenas o caminho mais crítico, o chuveiro do apartamento final 04, do último pavimento tipo, por ser o ponto de utilização mais distante do hidrômetro. Uma vez as pressões mínimas estarem dentro do limite no ponto mais crítico, admite-se que todos os outros pontos também estarão com a pressão mínima sendo atendida. Uma vez selecionado o caminho crítico, dividiu-o em trechos, conforme a Figura 25 e Figura 26.

**Figura 25 – Planta do caminho crítico**



Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 26 – Perspectiva trechos do caminho crítico**



Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida foi elaborada a planilha de dimensionamento apresentada no Anexo B. Para a realização da planilha, utilizou-se as equações demonstradas no capítulo 2.2.1.1 e 2.2.1.2 para os trechos projetados em PVC e PEX, respectivamente.

Após a divisão dos trechos, foram retiradas do modelo as informações de: quantidade de conexões, comprimento das tubulações e desnível. Na Tabela 13, realizada com base na Tabela 3, foram calculados os Pesos relativos de cada ambiente e apartamento, total do pavimento tipo, e total da edificação. Estes dados foram utilizados na coluna (e) da planilha de dimensionamento, conforme é possível observar na Figura 27.

Tabela 13 – Pesos dos aparelhos sanitários

Ambiente	Aparelho sanitário	Quantidade	Peso relativo	Peso total	Total ambiente
Cozinha	PIA	1	0,1	0,1	1,8
	MLR	1	1,0	1,0	
	TLR	1	0,7	0,7	
Banheiro	LV	1	0,3	0,3	0,7
	VS	1	0,3	0,3	
	CH	1	0,1	0,1	
Total Apartamento					2,5
Total pavimento tipo (x4 apartamentos)					20
Total edificação (x8 pavimentos tipo)					160

Fonte: Elaborado pela autora.

O dimensionamento foi realizado de forma a garantir que todos os pontos fiquem dentro dos limites de pressão estabelecidos pela norma, bem como com a pressão no ponto de utilização acima do mínimo recomendado pelas boas práticas utilizadas no mercado. Ou seja, com pressões entre 4 m.c.a. e 40 m.c.a. Foram calculados o primeiro e o último pavimento tipo.

Figura 27 – Primeira parte da planilha

Pav.	Trecho	Diâmetro externo (mm)	Material	Diâmetro interno (mm)	Peso	Vazão (l/s)	Vazão (l/min)	Vazão (l/h)	Vazão (m³/h)
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
					(Tabela 13)	(Equação 1)	(f) x 60	(f) x 3.600	(f) x 3,6
8º PAVIMENTO TIPO	CAIXA - 8A	75	PVC	66,6	160	3,79	-	-	13,66
	8A - B	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	B - C	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	C - D	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	D - E	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	E - F	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	F - G	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	G - H	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	H - I	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	I - J	25	PVC	21,6	0,7	0,25	-	-	0,90
	J - K	25	PEX	20,4	0,7	0,25	15,06	903,59	0,90
	K - L	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34
	L - CH	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34
1º PAVIMENTO TIPO	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
	8A - 1A	32	PVC	27,8	10	0,95	-	-	3,42
	1A - B	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	B - C	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	C - D	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	D - E	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	E - F	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	F - G	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	G - H	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	H - I	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71
	I - J	25	PVC	21,6	0,7	0,25	-	-	0,90
	J - K	25	PEX	20,4	0,7	0,25	15,06	903,59	0,90
	K - L	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34
L - CH	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34	

Fonte: Elaborado pela autora.

Cada pavimento foi dividido na parte superior para os trechos dimensionados em PVC, e na parte inferior para os trechos em PEX. Todas as colunas foram enumeradas para facilitar sua identificação, e referenciadas às tabelas e equações do presente trabalho. Na Figura 28 está apresentada a segunda parte da planilha, onde destacado em amarelo estão os valores arbitrados para o encaminhamento da caixa d'água até o hidrômetro, e em verde estão evidenciadas as fórmulas e dados utilizados exclusivamente para o dimensionamento das tubulações em PEX.

**Figura 28 – Segunda parte da planilha**

Velocidade (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga		Desnível (m)
	Real	Eq	Total	Unitária (mca/m)	Total (mca)	
(j)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)
(Equação 2)		(Tabela 4)	(Equação 4)	(Equação 3)	(Equação 5)	
1,089	11	12,6	23,6	0,0195472	0,4613137	8,5
1,294	0,05	3,1	3,15	0,1080250	0,3402787	0
1,294	0,47	1,8	2,27	0,1080250	0,2452167	0
1,294	0,12	1,5	1,62	0,1080250	0,1750005	0
1,294	0,17	1,5	1,67	0,1080250	0,1804017	0
1,294	1,08	1,5	2,58	0,1080250	0,2787044	-1,08
1,294	2,49	1,5	3,99	0,1080250	0,4310196	0
1,294	3,57	1,5	5,07	0,1080250	0,5476866	0
1,294	1,89	1,5	3,39	0,1080250	0,3662047	0
0,685	7,26	3,1	10,36	0,0354640	0,3674068	0
(Tabela 07)		(Tabela 6)		(Figura 16)		
0,800	1,71	0,3	2,01	0,04	0,08043	1,46
0,500	0,15	11,74	11,89	0,022	0,26158	0
0,500	1,1	0,29	1,39	0,022	0,03058	-1,1
(j)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)
1,563	20,44	0	20,44	0,1095896	2,2400106	20,44
1,294	0,05	3,1	3,15	0,1080250	0,3402787	0
1,294	0,47	1,8	2,27	0,1080250	0,2452167	0
1,294	0,12	1,5	1,62	0,1080250	0,1750005	0
1,294	0,17	1,5	1,67	0,1080250	0,1804017	0
1,294	1,08	1,5	2,58	0,1080250	0,2787044	-1,08
1,294	2,49	1,5	3,99	0,1080250	0,4310196	0
1,294	3,57	1,5	5,07	0,1080250	0,5476866	0
1,294	1,89	1,5	3,39	0,1080250	0,3662047	0
0,685	7,26	3,1	10,36	0,0354640	0,3674068	0
(Tabela 07)		(Tabela 6)		(Figura 16)		
0,800	1,71	0,3	2,01	0,04	0,08043	1,46
0,500	0,15	11,74	11,89	0,022	0,26158	0
0,500	1,1	0,29	1,39	0,022	0,03058	-1,1

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o dimensionamento da caixa d'água até o ponto A, foi estimado o desnível de 8,50 metros, além do comprimento de tubulação e conexões consideradas, que podem ser observadas na Tabela 14. Para o desnível do ponto 8A (8º pavimento tipo) até o 1A (1º pavimento tipo), foi utilizado um corte da edificação, onde pode-se observar que cada pavimento tipo possui 2,92 metros de pé direito. Logo, totalizando 20,44 metros de desnível entre o 1º e o 8º pavimento tipo.

**Tabela 14 – Dados considerados da caixa d'água ao ponto A**

Elemento	Item	Compr. Real (m)	Comp. Equivalente (m)	QTD	Total Item (m)	Total (m)
Tubulação	Ø 75 mm	11,0	-	-	11,0	11,0
Conexões	Joelho 90º Ø75 mm	-	3,9	3	11,7	12,6
	Registro gaveta Ø75 mm	-	0,9	1	0,9	
<b>Comprimento Total (m)</b>						<b>23,6</b>

Fonte: Adaptado de ABNT (1999).

Foi arbitrada também a dimensão de 1,10 metros para altura da linha d'água dentro do reservatório superior. A pressão estática considerando a caixa d'água vazia e cheia, está apresentada na planilha completa, no Anexo B, e deve estar dentro dos parâmetros de pressão mínima e máxima de acordo com a NBR 5626.

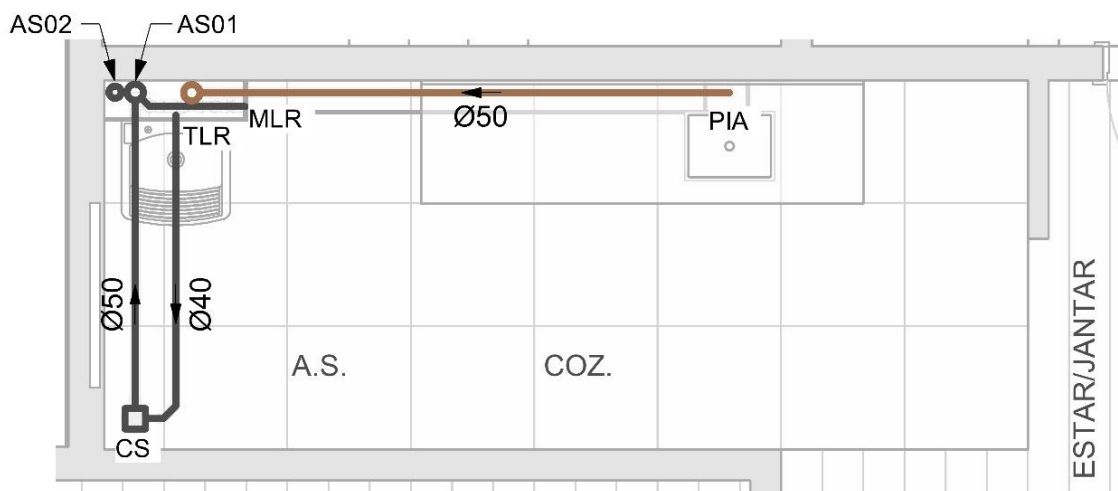
### 3.5 Concepção e dimensionamento do projeto sanitário

Para a concepção do projeto sanitário, identificou-se os shafts localizados em cada ambiente (banheiro e cozinha), adotou-se os diâmetros nominais mínimos para cada aparelho sanitário, conforme Tabela 7, e definiu-se o traçado dos equipamentos até o shaft. Foi considerada a utilização de vaso sanitário para caixa acoplada com saída horizontal e o ralo lateral de parede no banheiro.

Para a Área de Serviço, não foi utilizada uma caixa sifonada de parede, pois a mesma poderia ser obstruída caso fosse colocado um armário em frente ao shaft. Sendo assim, foi considerada uma caixa sifonada comum, com diâmetro de Ø100mm. Foram previstos os traçados iniciais para as tubulações de gordura e água servida, na cozinha, conforme a Figura 29. Para as tubulações de água servida, foram consideradas duas prumadas, denominadas aqui de AS01 e AS02. Foi considerado que a prumada AS01 faz a coleta do 3º ao 8º pavimento tipo, e que a AS02 recebe

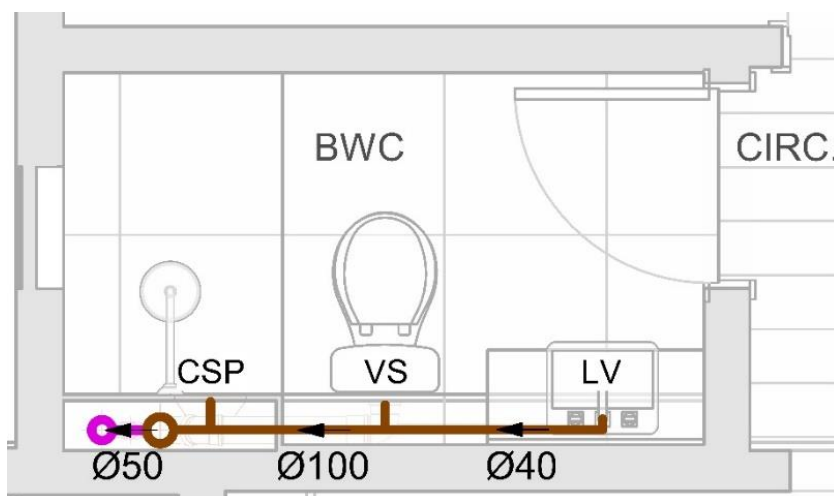
contribuição apenas do 1º e 2º pavimentos tipo, conforme recomendação da NBR 8160, a fim de evitar as zonas de sobrepressão indicadas na Figura 17. As tubulações de esgoto e ventilação, no banheiro, estão demonstradas na Figura 30.

**Figura 29 – Localização equipamentos e traçado sanitário inicial Cozinha**



Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 30 – Localização equipamentos e traçado sanitário inicial Banheiro**



Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida foram dimensionados os ramais e as prumadas de esgoto, água servidas e gordura, de acordo com a Tabela 9. Foi dimensionada também a VAA, conforme a Tabela 10 e Tabela 11, e a (Equação 6) e (Equação 7). Todas as planilhas de dimensionamentos estão apresentadas no Anexo B.

### **3.6 Concepção dos chassis industrializados**

Após realizada a modelagem dos dois sistemas hidrossanitários, foi realizada uma análise para verificar as necessidades que os chassis industrializados deveriam atender. Foi realizada pesquisa dos modelos existentes no mercado, e adaptados os módulos para o mais parecido possível. Como cada projeto é único, medidas finas devem ser adaptadas de empreendimento para empreendimento, desde que tenham alta repetição.

Para a modelagem dos chassis, considerou-se que as tubulações que vão da pia da cozinha até o shaft estão rentes ao piso, e assim, que os chassis tenham a menor altura necessária, a fim de gerar economia. Já para o banheiro, considerou-se os chassis com altura de meia parede, com o objetivo de ficar mais harmônico esteticamente, e criar a possibilidade de o mesmo ser utilizado como uma prateleira atrás do vaso sanitário. Porém, essa decisão normalmente seria tomada em conjunto com o cliente e o escritório de arquitetura responsável pelo projeto.

Foi considerada a utilização do vaso sanitário de saída horizontal com caixa acoplada, por ser o tipo mais comumente utilizado no Brasil. Porém, com o chassi de meia parede atrás do vaso sanitário, seria possível também realizar o projeto e dimensionamento prevendo a utilização de válvula de descarga embutida na meia parede de drywall. Isso geraria economia de espaço de circulação em frente ao vaso sanitário. Não foi considerada a válvula de descarga embutida, por não ser de utilização tão comum no mercado brasileiro.

### **3.7 Documentação e extração de quantitativos**

Ao final de toda a modelagem, foi realizada a documentação e detalhamento das unidades, resultando em plantas baixas, elevações, perspectivas e detalhes específicos, os quais estão presentes no Anexo A.

Por último, foi extraída a tabela de quantitativos, contendo quantidades e comprimentos das conexões, acessórios e tubulações utilizadas, divididas por apartamento, e por pavimento tipo. A planilha de quantitativos foi apresentada no Anexo C.

## 4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos em relação ao dimensionamento, modelagem, extração de quantitativos e análise de vantagens e desvantagens do sistema, para o projeto utilizado como estudo de caso.

### 4.1 Projeto de instalações de água fria

Através do dimensionamento realizado para as tubulações de PVC e PEX no pavimento tipo do Empreendimento A, obteve-se os diâmetros para cada um dos trechos de tubulação, observados na Tabela 15. Foram obtidas também a velocidade e a pressão estática em cada trecho, e é possível observar que todos os resultados estão dentro dos limites determinados pela NBR 5626, sendo a velocidade máxima de 3,0 m/s e a pressão máxima de 40 m.c.a. A pressão mínima que se adotou foi a recomendada pelas boas práticas de mercado, de 4,0 m.c.a no ponto de utilização.

Tabela 15 – Dimensionamento dos trechos de tubulação

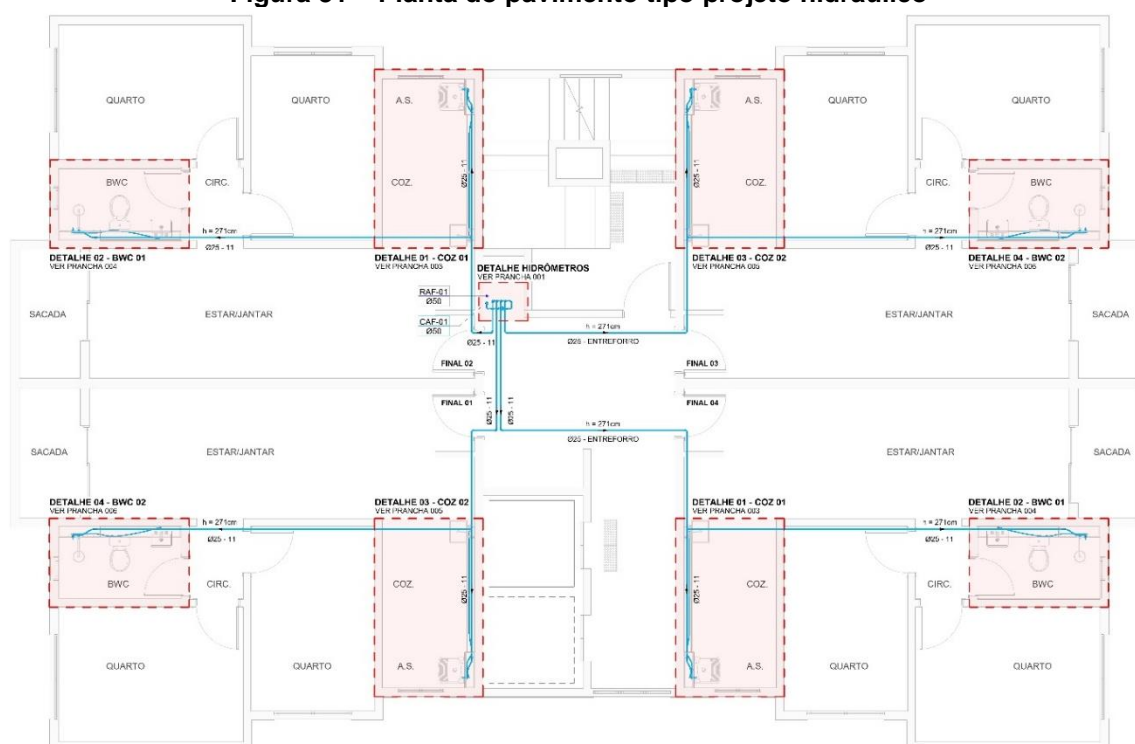
Pavto.	Trecho	Material	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Pressão estática (mca)
8º Pavimento Tipo	Caixa d'água – 8A	PVC	75	1,089	8,0386863
	8A – B	PVC	25	1,294	7,6984076
	B – C	PVC	25	1,294	7,4531909
	C – D	PVC	25	1,294	7,2781905
	D – E	PVC	25	1,294	7,0977888
	E – F	PVC	25	1,294	5,7390843
	F – G	PVC	25	1,294	5,3080647
	G – H	PVC	25	1,294	4,7603781
	H – I	PVC	25	1,294	4,3941734
	I – J	PVC	25	0,685	4,0267666
	J – K	PEX	25	0,800	5,4063366
	K – L	PEX	20	0,500	5,1447566
L – CH	PEX	20	0,500	<b>4,0141766</b>	
1º Pavimento Tipo	8A – 1A	PVC	32	1,563	26,2386756
	1A – B	PVC	25	1,294	25,8983970
	B – C	PVC	25	1,294	25,6531803
	C – D	PVC	25	1,294	25,4781798
	D – E	PVC	25	1,294	25,2977781

1º Pavimento Tipo	E – F	PVC	25	1,294	23,9390737
	F – G	PVC	25	1,294	23,5080541
	G – H	PVC	25	1,294	22,9603675
	H – I	PVC	25	1,294	22,5941628
	I – J	PVC	25	0,685	22,2267560
	J – K	PEX	25	0,800	23,6063260
	K – L	PEX	20	0,500	23,3447460
	L – CH	PEX	20	0,500	<b>22,2141660</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Após dimensionados todos os trechos e modeladas todas as tubulações, acessórios e equipamentos, foi realizada a documentação da planta do pavimento tipo, apresentada na Figura 31.

**Figura 31 – Planta do pavimento tipo projeto hidráulico**

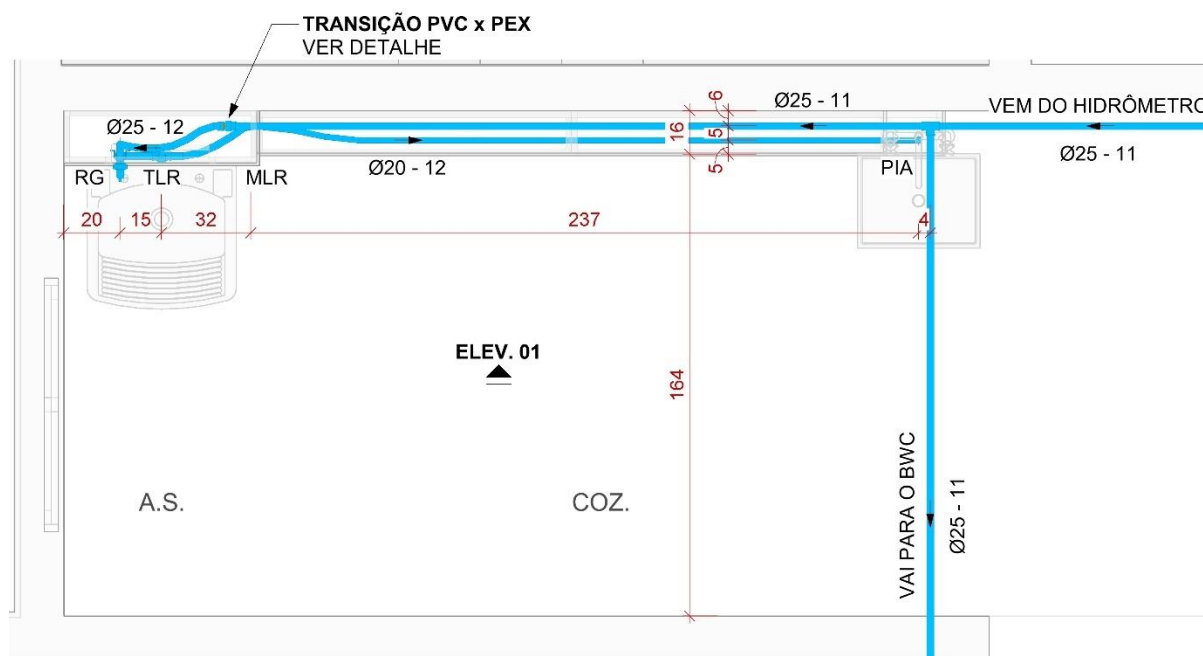


Fonte: Elaborado pela autora.

Para melhor visualização, cada ambiente recebeu uma ampliação, contendo as informações referentes às suas instalações. Como os apartamentos final 01 e 03, e final 02 e 04 são iguais, porém rotacionados, foi elaborada uma prancha de detalhe para a cozinha e uma prancha de detalhe para o banheiro, para cada par de

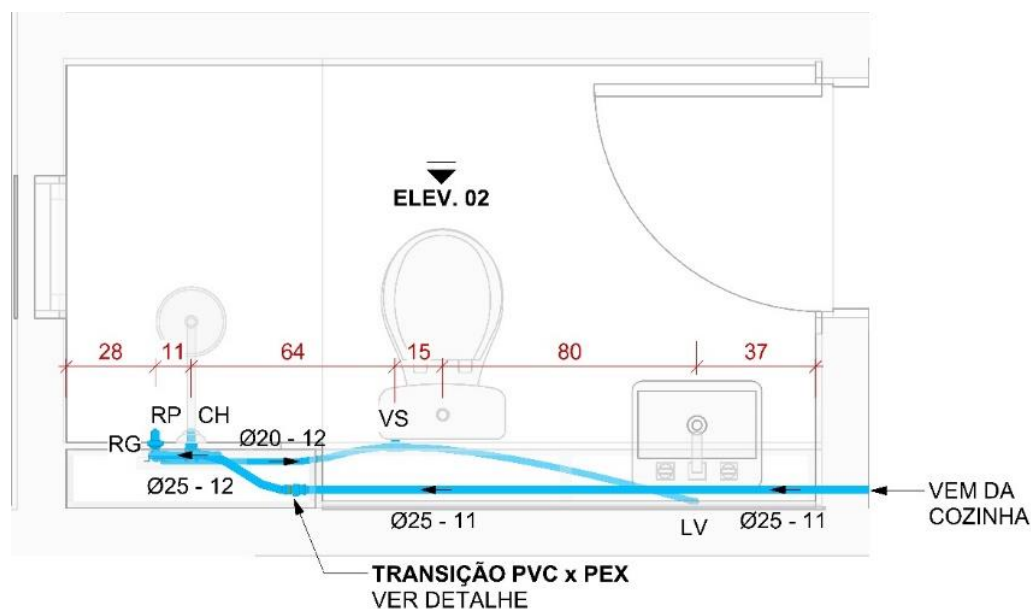
apartamentos. Na Figura 32 é possível observar a ampliação da cozinha 01 e na Figura 33 é apresentada a ampliação do banheiro 01.

**Figura 32 – Ampliação da cozinha 01**



Fonte: Elaborado pela autora.

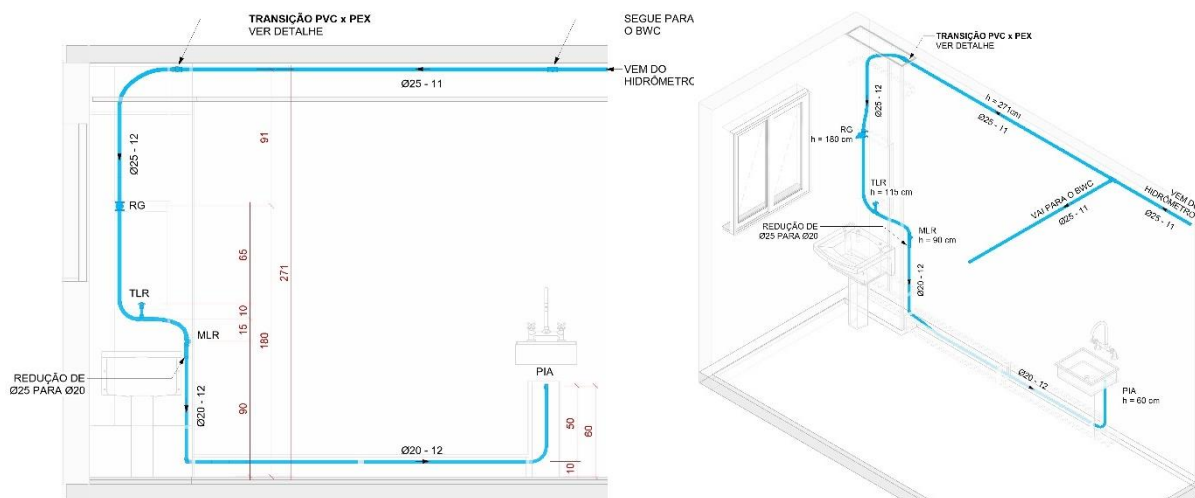
**Figura 33 – Ampliação do banheiro 01**



Fonte: Elaborado pela autora.

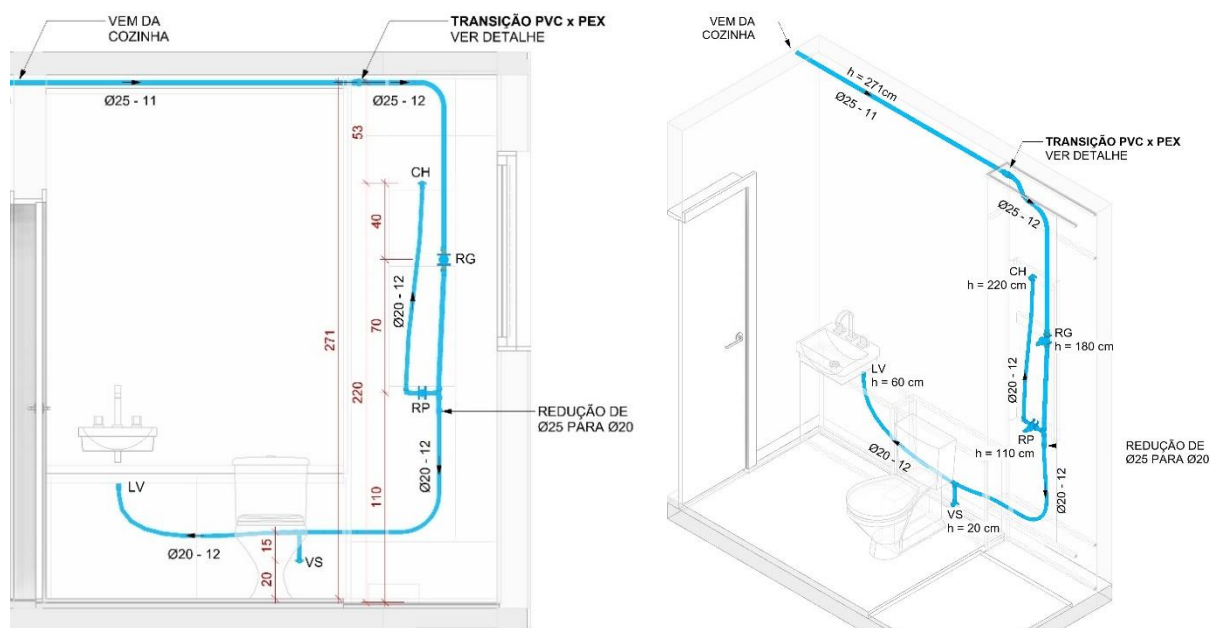
Para cada ampliação foi elaborada também uma elevação e uma perspectiva tridimensional, a fim de garantir o amplo entendimento da montagem. Os detalhes da cozinha podem ser observados na Figura 34, e os do banheiro na Figura 35.

**Figura 34 – Elevação e perspectiva tridimensional cozinha 01**



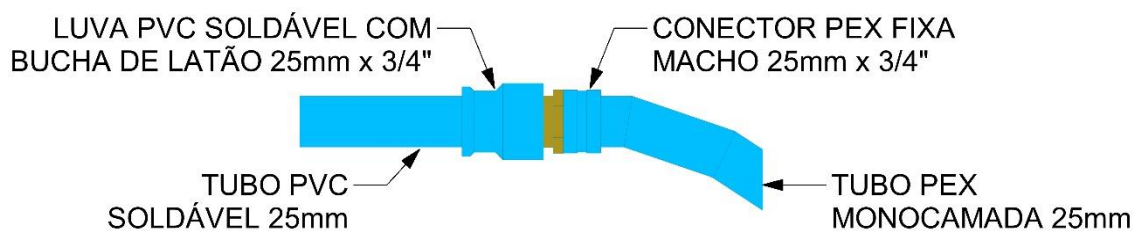
Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 35 – Elevação e perspectiva tridimensional banheiro 01**



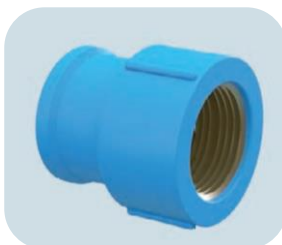
Fonte: Elaborado pela autora.

Além dos detalhes dos ambientes, foi documentado o de transição da tubulação de PVC para PEX, conforme a Figura 36, e o de montagem dos hidrômetros do pavimento tipo, presente na Figura 39. Foi elaborada também uma legenda, a fim de garantir que todas as informações contidas no projeto fiquem claras e de fácil entendimento. A legenda do projeto hidráulico está representada na Figura 40.

**Figura 36 – Detalhe de transição PVC x PEX**

Fonte: Elaborado pela autora.

As conexões de PVC e PEX representadas no detalhe da Figura 36 são as mesmas retiradas do catálogo da Tigre S.A. (2016) e Amanco (2015), apresentadas na Figura 37 e Figura 38, respectivamente.

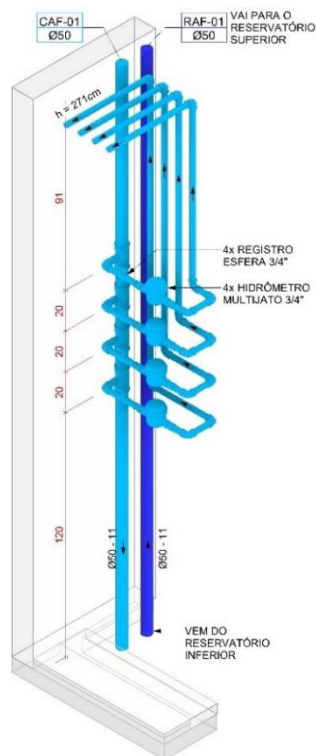
**Figura 37 – Luva soldável com bucha de latão**

Fonte: Tigre S.A. (2016).

**Figura 38 – Conector macho fixo metálico**

Fonte: Amanco (2015).

Figura 39 – Detalhe de montagem dos hidrômetros



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 40 – Legenda do projeto hidráulico

<b>SISTEMAS</b>			
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA POTÁVEL		TUBULAÇÃO RECALQUE ÁGUA FRIA
<b>SIMBOLOGIAS</b>			
	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm) MATERIAL DA TUBULAÇÃO		SIGLA DA PRUMADA NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA
<b>MATERIAL TUBULAÇÕES</b>			
11	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), LINHA MARROM SOLDÁVEL, CONFORME ABNT 5.648		
12	TUBULAÇÃO EM POLIETILENO RETICULADO (PEX), LINHA MONOCAMADA, CONFORME ABNT 15.939		
<b>LEGENDAS E PEÇAS</b>			
CAF	COLUNA ÁGUA FRIA POTÁVEL	RAF	COLUNA RECALQUE DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
CH	CHUVEIRO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 220 cm		
LV	LAVATÓRIO   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   TÊ COM ROSCA CENTRAL FÊMEA 25mm x 3/4"   h = 90 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 115 cm		
RG	REGISTRO DE GAVETA COM ABRAÇADEIRA 3/4"   h = 180 cm		
RP	REGISTRO DE PRESSÃO COM ABRAÇADEIRA 1/2"   h = 110 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 20 cm		
<b>NOTAS</b>			
1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MILÍMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;			

Fonte: Elaborado pela autora.

A extração dos quantitativos a partir do modelo hidráulico resultou na Tabela 16, onde os resultados são apresentados por apartamento, e na Tabela 17, onde o quantitativo está apresentado por pavimento tipo.

**Tabela 16 – Quantitativo hidráulico apartamento**

Itens	Comprimento (m)	Quantidade (un.)
Tubo Soldável Marrom - 25 mm	11,82	
Tubo PEX Monocamada - 20 mm	6,99	
Tubo PEX Monocamada - 25 mm	4,05	
Joelho 90° Soldável 25mm		1
Base Registro de Gaveta Ø1/2"		1
Base Registro de Gaveta Ø3/4"		2
Conector Fixo Fêmea Roscável PEX 20 x 1/2"		2
Conexão Macho Roscável PEX 25 x 3/4"		4
Joelho Fêmea Base Fixa PEX 20 x 1/2"		3
Luva Soldável e com Bucha de Latão 25 x 3/4"		2
Tê Soldável 25mm		1
Joelho PEX 20mm		2
Tê PEX 20mm		1
Tê de redução PEX 25 x 20 x 25mm		2
União de redução PEX 25 x 20mm		2

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 17 – Quantitativo hidráulico pavimento tipo**

Itens	Comprimento (m)	Quantidade (un.)
<b>Circulação</b>		
Tubo Soldável Marrom - 25 mm	20,28	
Joelho 90° Soldável 25mm		24
Registro Esfera VS Compacto Roscável 3/4"		4
Tê de Redução Soldável 50x25mm		4
Hidrômetro Multijato 3/4"		4
<b>Apartamentos</b>		
Tubo Soldável Marrom - 25 mm	47,28	
Tubo PEX Monocamada - 20 mm	27,96	
Tubo PEX Monocamada - 25 mm	16,2	
Joelho 90° Soldável 25mm		4
Base Registro de Gaveta Ø1/2"		4
Base Registro de Gaveta Ø3/4"		8

Conector Fixo Fêmea Roscável PEX 20 x 1/2"	8
Conexão Macho Roscável PEX 25 x 3/4"	16
Joelho Fêmea Base Fixa PEX 20 x 1/2"	12
Luva Soldável e com Bucha de Latão 25 x 3/4"	8
Tê Soldável 25mm	4
Joelho PEX 20mm	8
Tê PEX 20mm	4
Tê de redução PEX 25 x 20 x 25mm	8
União de redução PEX 25 x 20mm	8

Fonte: Elaborado pela autora.

## 4.2 Projeto de instalações sanitárias

Através do dimensionamento realizado para as tubulações no pavimento tipo do Empreendimento A, obteve-se os diâmetros para cada um dos ramais sanitários, observados na Tabela 18. Todos os ramais ficaram na dimensão mínima, de acordo com a Tabela 7 e Tabela 8. Foram dimensionadas também o diâmetro das prumadas, apresentadas na Tabela 19.

**Tabela 18 – Dimensionamento de Ramais de Esgoto**

Ambiente	Sistema	Aparelho sanitário	UHC	Diâmetro (mm)
(a)	(b)	(c)	(d) (Tabela 7)	(e) (Tabela 7)
Cozinha	Gordura	PIA	3	50
	Água Servida	MLR	3	50
		TLR	3	40
Banheiro	Esgoto	LV	1	40
		VS	6	100
		CH	2	50

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 19 – Dimensionamento dos Tubos de Queda

Ambiente	Sistema	Quantidade pavimentos	Total UHC prumada	Diâmetro (mm)
(a)	(b)	(f)	(g) (e) x (f)	(h) (Tabela 9)
Cozinha	Gordura	8	24	75
	Água Servida 01	6	36	75
	Água Servida 02	2	12	50
Banheiro	Esgoto	8	72	100

Fonte: Elaborado pela autora.

Por fim, de acordo com o dimensionamento, uma VAA de 50mm de diâmetro atende um banheiro com folga, conforme é possível observar na Tabela 20.

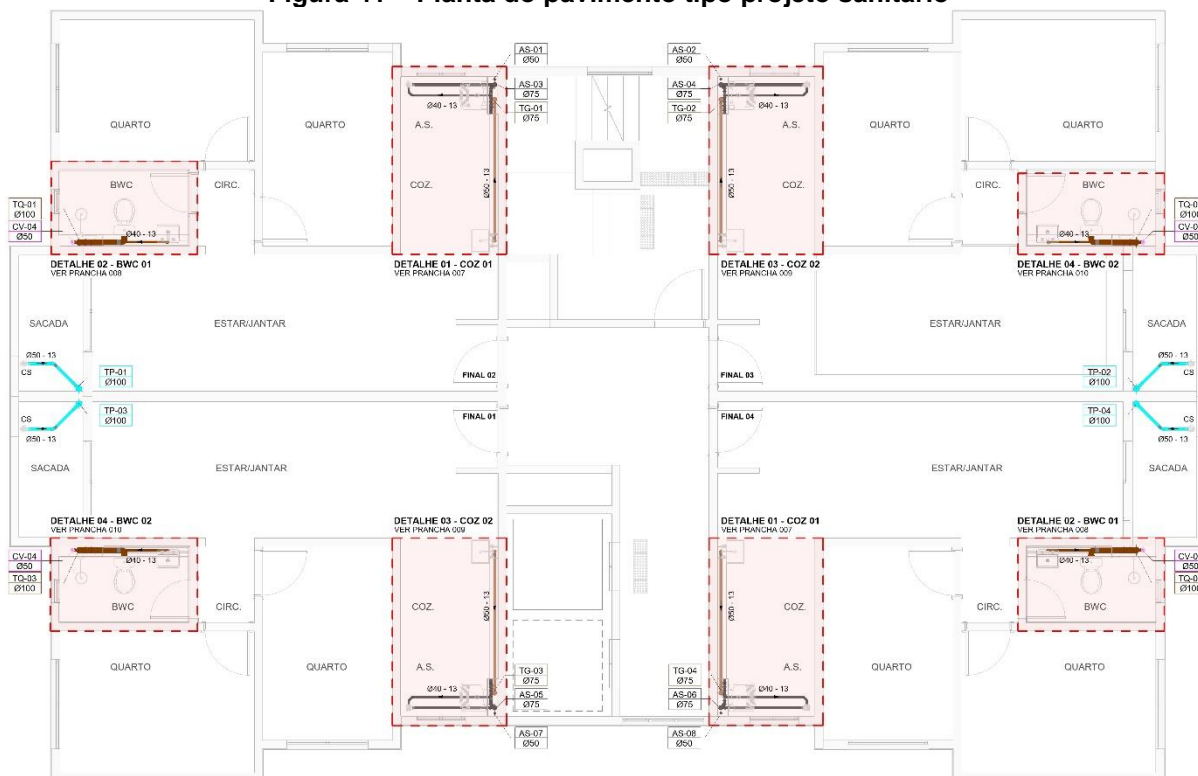
Tabela 20 – Dimensionamento VAA

Ambiente	Sistema	Aparelho sanitário	DU (L/s)	$\Sigma$ DU	Fator de frequência (k)	Q <sub>ww</sub> (L/s)	Q <sub>a</sub> (L/s)	Ø VAA (mm)
(a)	(b)	(c)	(d) (Tabela 10)	(e)	(f) (Tabela 11)	(g) (Equação 6)	(h) (Equação 7)	(i)
Banheiro	Ventilação	LV	0,3	3,6	0,5	0,9487	1,8974	50
		VS	2					
		CH	1,3					

Fonte: Elaborado pela autora.

Da mesma forma como foi realizado para o projeto hidráulico, após dimensionadas e modeladas todas as tubulações, foi realizada a documentação da planta do pavimento tipo, apresentada na Figura 41.

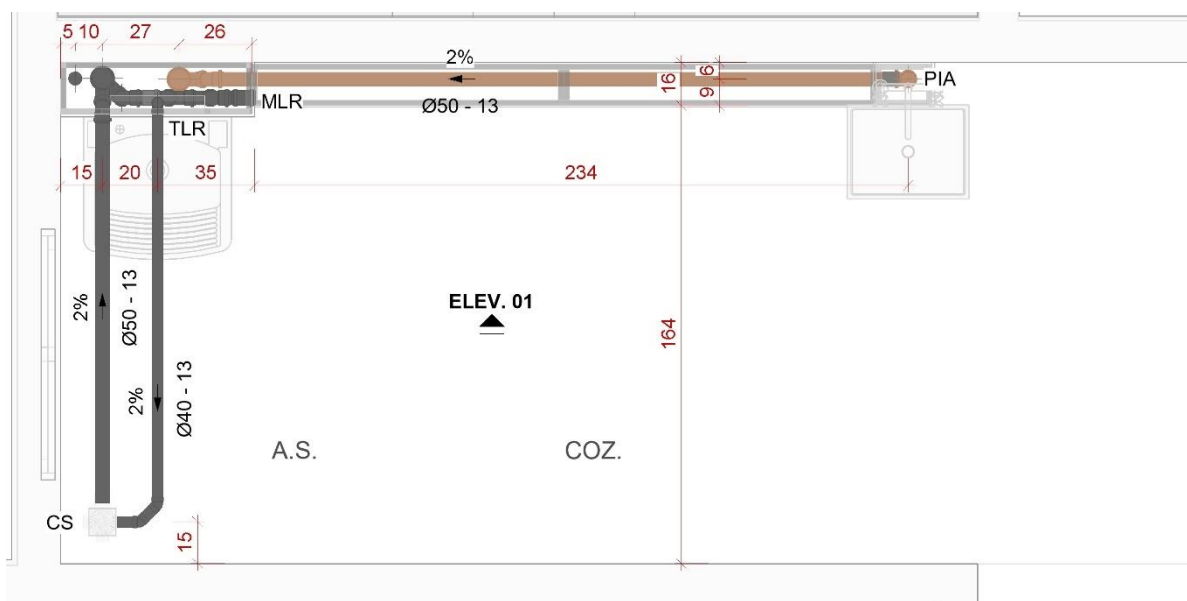
**Figura 41 – Planta do pavimento tipo projeto sanitário**



Fonte: Elaborado pela autora.

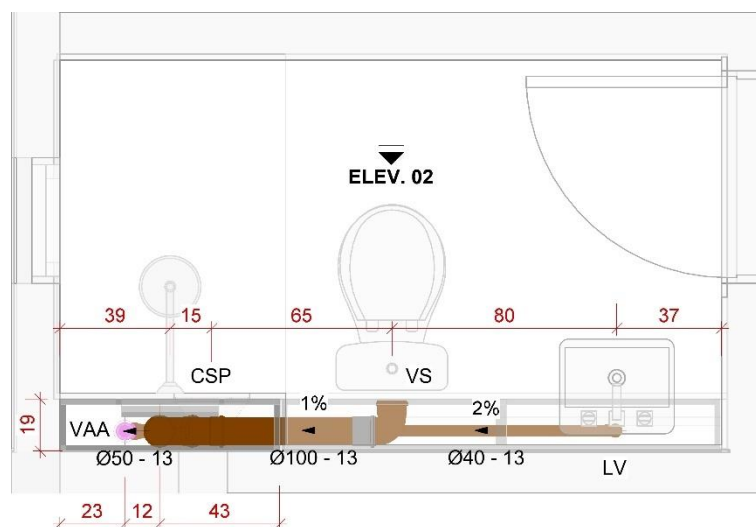
Da mesma forma, cada ambiente recebeu uma ampliação, elevação e perspectiva tridimensional. Na Figura 42 é possível observar a ampliação da cozinha 01 e na Figura 43 é apresentada a ampliação do banheiro 01. Os detalhes da cozinha podem ser observados na Figura 44, e os do banheiro na Figura 45.

**Figura 42 – Ampliação da cozinha 01 do projeto sanitário**



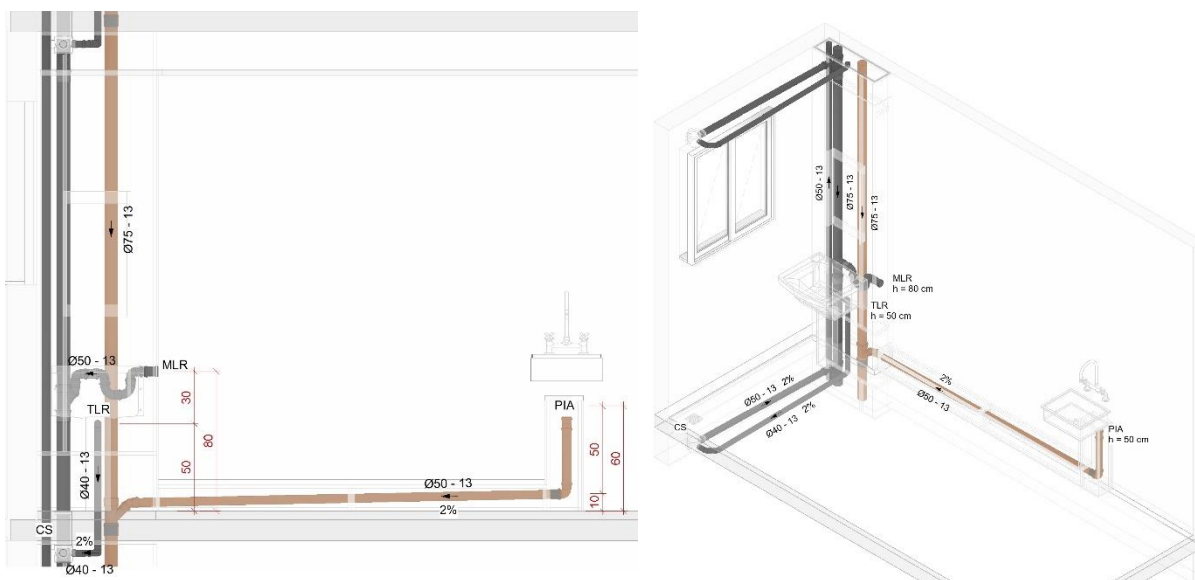
Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 43 – Ampliação do banheiro 01 do projeto sanitário**



Fonte: Elaborado pela autora.

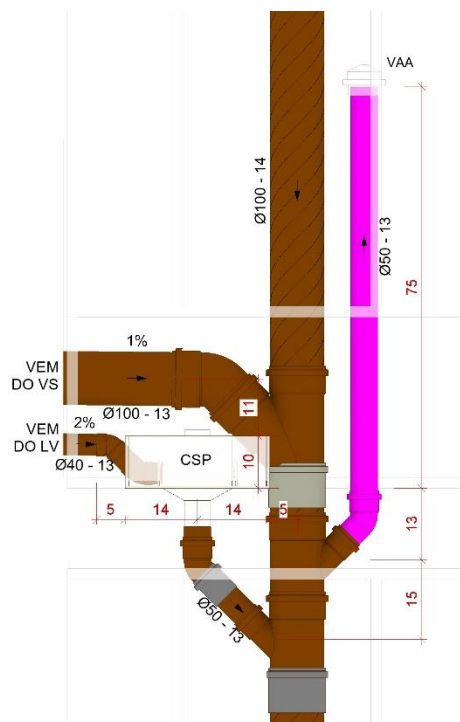
**Figura 44 – Elevação e perspectiva tridimensional cozinha 01 sanitário**



Fonte: Elaborado pela autora.



Figura 47 – Detalhe shaft do banheiro



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 48 – Legenda do projeto sanitário

SISTEMAS			
	TUBULAÇÃO ESGOTO SANITÁRIO		TUBULAÇÃO GORDURA
	TUBULAÇÃO ÁGUA SERVIDA		TUBULAÇÃO PLUVIAL
	TUBULAÇÃO VENTILAÇÃO		
SIMBOLOGIAS			
	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	INCLINAÇÃO DA TUBULAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA
	MARCAÇÃO DE ELEVACÃO		
MATERIAL TUBULAÇÕES			
13	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE NORMAL, CONFORME NBR 5688		
14	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE REFORÇADA, CONFORME NBR 5688		
LEGENDAS E PEÇAS			
TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO SANITÁRIO	TG	TUBO DE QUEDA GORDURA
AS	TUBO DE QUEDA ÁGUA SERVIDA	TP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CSP	CAIXA SIFONADA DE PAREDE
CS	CAIXA SIFONADA Ø100 mm	VAA	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR   h = 75 cm
LV	LAVATÓRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 80 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 50 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 100mm   h = 19 cm		
NOTAS			
1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MILÍMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;			
2 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm;			
3 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm;			
4 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 0,5% PARA TUBULAÇÕES PLUVIAIS DE QUALQUER DIÂMETRO.			

Fonte: Elaborado pela autora.

A extração dos quantitativos a partir do modelo sanitário resultou na Tabela 21, onde os resultados são apresentados por pavimento, e na Tabela 22, onde o quantitativo está apresentado por pavimento tipo.

**Tabela 21 – Quantitativo sanitário apartamento**

Itens	Comprimento (m)	Quantidade (un.)
<b>SAN   Águas Servidas</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	2,2	
Tubo Série Normal - 50 mm	4,52	
Tubo Série Normal - 75 mm	2,78	
Luva de Correr 50mm		1
Luva Simples 50mm		1
Caixa sifonada Ø100 - Grelha e porta grelha quadradas		1
Curva 90° Curta 50mm		2
Joelho 45° 40mm		2
Joelho 45° 50mm		2
Joelho 90° 40mm		2
Joelho 90° 50mm		3
Junção Simples 75 x 50mm		2
Luva Simples 75mm		2
<b>SAN   Esgoto</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	1,72	
Tubo Série Normal - 50 mm	0,21	
Tubo Série Normal - 100 mm	0,6	
Tubo Série Reforçada - 100 mm	2,43	
Luva Simples 50mm		1
Joelho 45° 40mm		2
Joelho 45° 50mm		1
Joelho 90° 40mm		1
Luva Simples 100mm		3
Joelho 45° 100mm		1
Joelho 90° 100mm		1
Junção Simples 100 x 50mm		2
Junção Simples 100 x 100mm		1
Luva de Correr 40mm		1
Caixa Sifonada de parede		1
<b>SAN   Ventilação</b>		
Tubo Série Normal - 50 mm	0,79	

Joelho 45° 50mm	1
Válvula de admissão de ar - 50mm	1
<b>SAN   Gordura</b>	
Tubo Série Normal - 50 mm	2,84
Tubo Série Normal - 75 mm	2,78
Luva de Correr 50mm	1
Luva Simples 50mm	1
Joelho 45° 50mm	1
Joelho 90° 50mm	1
Junção Simples 75 x 50mm	1

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 22 – Quantitativo sanitário pavimento tipo**

Itens	Comprimento (m)	Quantidade (un.)
<b>SAN   Águas Servidas</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	8,8	
Tubo Série Normal - 50 mm	18,08	
Tubo Série Normal - 75 mm	11,12	
Luva de Correr 50mm		4
Luva Simples 50mm		4
Caixa sifonada Ø100 - Grelha e porta grelha quadradas		4
Curva 90° Curta 50mm		8
Joelho 45° 40mm		8
Joelho 45° 50mm		8
Joelho 90° 40mm		8
Joelho 90° 50mm		12
Junção Simples 75 x 50mm		8
Luva Simples 75mm		8
<b>SAN   Esgoto</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	6,88	
Tubo Série Normal - 50 mm	0,84	
Tubo Série Normal - 100 mm	2,4	
Tubo Série Reforçada - 100 mm	9,72	
Luva Simples 50mm		4
Joelho 45° 40mm		8
Joelho 45° 50mm		4
Joelho 90° 40mm		4
Luva Simples 100mm		12

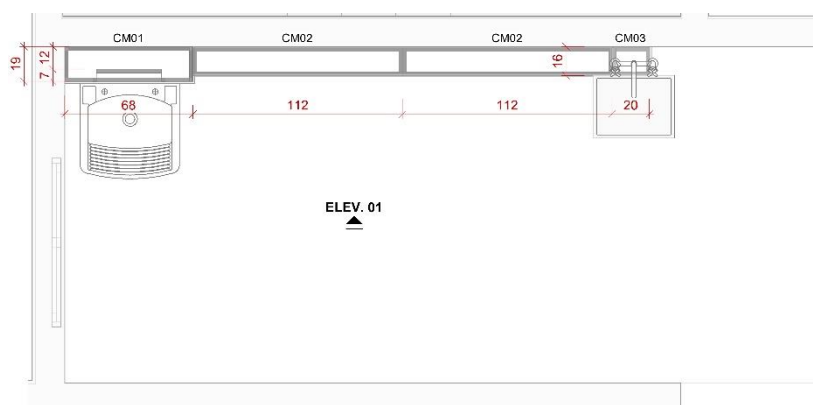
Joelho 45° 100mm	4
Joelho 90° 100mm	4
Junção Simples 100 x 50mm	8
Junção Simples 100 x 100mm	4
Luva de Correr 40mm	4
Caixa Sifonada de parede	4
<b>SAN   Ventilação</b>	
Tubo Série Normal - 50 mm	3,16
Joelho 45° 50mm	4
Válvula de admissão de ar - 50mm	4
<b>SAN   Gordura</b>	
Tubo Série Normal - 50 mm	11,36
Tubo Série Normal - 75 mm	11,12
Luva de Correr 50mm	4
Luva Simples 50mm	4
Joelho 45° 50mm	4
Joelho 90° 50mm	4
Junção Simples 75 x 50mm	4

Fonte: Elaborado pela autora.

### 4.3 Chassis industrializados

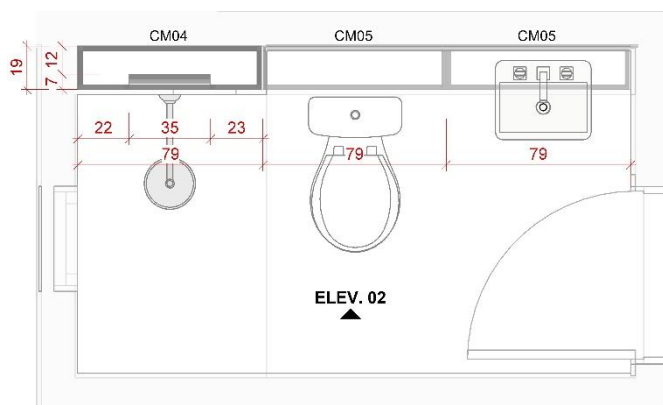
Os chassis metálicos, chamados de CM no projeto, foram enumerados conforme suas dimensões. Foi criada uma prancha somente para os chassis, também presente no Anexo A. Nas plantas da cozinha e banheiro é possível observar suas tipologias e dimensões finais, na Figura 49 e na Figura 50, respectivamente.

**Figura 49 – Planta de chassis cozinha**



Fonte: Elaborado pela autora.

**Figura 50 – Planta de chassis banheiro**



Fonte: Elaborado pela autora.

As dimensões totais e quantidades de todos os chassis estão demonstradas na legenda da prancha, conforme Figura 51.

**Figura 51 – Legenda chassis**

<b>LEGENDA</b>		
CM	CHASSI METÁLICO	
<b>PEÇAS</b>		
<b>CÓD.</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QTD.</b>
CM01	CHASSI METÁLICO SHAFT COZINHA - 68x19x275 cm	01
CM02	CHASSI METÁLICO BAIXO COZINHA - 112x16x15 cm	02
CM03	CHASSI METÁLICO PIA COZINHA - 20x16x63 cm	01
CM04	CHASSI METÁLICO SHAFT BANHEIRO - 79x19x277 cm	01
CM05	CHASSI METÁLICO MEIA-PAREDE BANHEIRO - 79x19x63 cm	02
CM06	CHASSI METÁLICO REGISTROS COZINHA COM 2 TRAVESSAS - 39x07x72 cm	01
CM07	CHASSI METÁLICO REGISTROS BANHEIRO COM 3 TRAVESSAS - 39x07x117 cm	01

Fonte: Elaborado pela autora.

#### **4.4 Análise dos resultados**

Após ser realizado toda a concepção e o dimensionamento dos projetos hidráulico e sanitário utilizando o sistema modular hidráulico, é possível analisar e concluir algumas vantagens e desvantagens do sistema industrializado em relação ao

sistema convencional. No Quadro 2 foram listados alguns itens pesquisados e observados durante o desenvolvimento do presente trabalho, e classificados em (V) para vantagens e (D) para desvantagens e comentados ao lado.

**Quadro 2 – Vantagens e Desvantagens do Sistema Industrializado**

Item	(V) ou (D)	Observações
Custo	D	Ainda há poucas pesquisas e comparativos sobre os sistemas. Porém, por atualmente não existir uma produção em grande escala, o custo dos insumos e de produção dos elementos metálicos ainda é alto.
Produtividade de execução	V	Embora não seja o objetivo de análise deste trabalho, de acordo com as pesquisas realizadas, pode-se concluir que a produtividade de execução do sistema industrializado é superior ao sistema convencional, por suas peças já virem montadas de fábrica.
Facilidade no Canteiro de Obras	V	Da mesma forma que o item anterior, como os chassis e tubulações já vem pré-montadas de fábrica, ao chegar na obra basta conectar as peças, facilitando a rotina dentro do canteiro de obras.
Manutenção	V	A manutenção certamente é facilitada ao fazer uso do sistema. Como todos os chassis ficam localizados dentro da própria unidade, não é necessário realizar a manutenção pelo apartamento de baixo, como normalmente acontece no sistema convencional. O fechamento em drywall dos chassis facilita também o acesso, não precisando quebrar nenhuma parede.
Limitações de layouts	D	Conforme demonstrado no capítulo 2.1.4, para o sistema ser viável é necessário que todas as instalações hidráulicas estejam em uma mesma parede, o que limita a diversidade de layouts.
Potencial de escala	V	Por ser um sistema industrializado, ou seja, pré-fabricado em ambiente fabril, a produção das peças não é afetada por intempéries como normalmente acontece em obra. A possibilidade de uma linha de montagem com controle de qualidade facilita o potencial de escala de produção dos sistemas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Com a execução do projeto hidrossanitário, notou-se algumas limitações sobre o sistema, principalmente na cozinha. Por conta de os chassis atravessarem todo o comprimento entre a área de serviço e a cozinha rente ao piso, os futuros moradores perderiam cerca de 15 centímetros de espaço nos armários baixos, necessitando que os mesmos fossem comprados somente sob medida. Também há limitações para o

posicionamento do fogão e máquina de lavar roupas, por exemplo, uma vez que os equipamentos teriam que ficar em frente aos chassis, perdendo área de circulação.

De maneira geral o sistema apresenta mais vantagens do que desvantagens para a sua utilização em obra. Porém, ainda há alguns passos a serem dados para que o sistema ganhe força do país. São necessários maiores incentivos por parte do governo para aumentar a escala da industrialização brasileira, uma vez que a solução industrializada se mostra cada vez mais vantajosa, conforme sua escala aumenta.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a execução deste trabalho pode-se esclarecer e disseminar as vantagens e desvantagens dos módulos pré-fabricados. O sistema apresenta mais vantagens do que desvantagens para a sua utilização, trazendo agilidade no desenvolvimento dos projetos, uma vez que os ambientes são padronizados, bem como no canteiro de obras, tornando-o parecida com uma linha de montagem fabril. Ainda assim é necessário aperfeiçoar as soluções apresentadas para que seja possível melhorar o sistema, e diminuir cada vez mais as desvantagens atuais, como o custo e as limitações de layout.

Observou-se também ainda são necessários mais alguns passos para que o sistema ganhe força no país, como maiores incentivos por parte do governo, para que sejam contornadas as barreiras de implantação, e assim aumente a escala de utilização, e seja possível diminuir o custo do sistema.

Finalmente, através deste trabalho de conclusão de curso espera-se ajudar nas pesquisas e a difundir o uso de sistemas off-site de instalações prediais no Brasil, a fim de potencializar e transformar o canteiro de obras em um local com menos desperdício e retrabalho, e com mais produtividade, assertividade e eficiência.

Por fim, com o objetivo de continuar disseminando a industrialização nos sistemas de instalações hidrossanitárias, e assim, estimular cada vez mais a utilização destes em obra e tornar a construção civil brasileira mais atualizada, a seguir são indicadas as sugestões de temas para trabalhos futuros:

- a) Realizar comparativo de custo entre o sistema convencional e o sistema industrializado;
- b) Analisar a execução de um empreendimento que utilizou o sistema industrializado, comparando a produtividade das equipes entre o sistema convencional e o industrializado;
- c) Analisar o pós-obra de um empreendimento que utilizou o sistema industrializado, a fim de obter mais dados sobre a manutenção e patologias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI. **MANUAL DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA: Conceitos e Etapas**. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2015. Disponível em: [https://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/04/Manual\\_versao\\_digital.pdf](https://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/04/Manual_versao_digital.pdf). Acesso em: 2 jul. 2022.

ABNT. **NBR 15939: Sistemas de tubulações plásticas para instalações prediais de água quente e fria - Polietileno reticulado (PE-X)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

ABNT. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ABNT. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ABRAINCO. **ABRAINCO Explica: A importância da Construção Civil para impulsionar a economia brasileira**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.abrainco.org.br/abrainco-explica/2021/06/28/abrainco-explica-a-importancia-da-construcao-civil-para-impulsionar-a-economia-brasileira/>. Acesso em: 2 jul. 2022.

AMANCO. **Manual Técnico Linha Amanco PEX**. [S. l.]: AMANCO, 2015. Disponível em: <http://assets.production.amanco.com.br.s3.amazonaws.com/uploads/collapse/file/49/Manual-PEX-2015-WEB-FINAL.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022.

ASTRA. **Catálogo Técnico**. Jundiaí: ASTRA S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO, 2021. Disponível em: <https://www.astra-sa.com/pics/downloads/catalogo-construtoras.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2022.

ASTRA. **Válvula de Admissão de Ar**. Jundiaí: ASTRA S/A INDÚSTRIA E COMÉRCIO, 2020. Disponível em: <https://astra-sa.com/pics/downloads/construtoras/FZ=VAD.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2022.

BARBI. **Catálogo Tubos e Conexões PEX**. Várzea Paulista: Barbi do Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.barbidobrasil.com.br/pdfs/linha-pex-barbi.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2022.

BARBOSA, Filipe *et al.* **Reinventing construction: a route to higher productivity**. [S. l.]: McKinsey Global Institute, 2017. Disponível em: [https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business\\_functions/operations/our\\_insights/reinventing\\_construction\\_through\\_a\\_productivity\\_revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf](https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business_functions/operations/our_insights/reinventing_construction_through_a_productivity_revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf). Acesso em: 18 jun. 2022.

BARROS, Mércia Maria Semensato Bottura de. **Metodologia para implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: [https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05072017-090939/publico/MerciaMSBdeBarros\\_T.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-05072017-090939/publico/MerciaMSBdeBarros_T.pdf). Acesso em: 1 jul. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Resumo Executivo: Planejamento Estratégico Institucional do Segmento de Construção Industrializada**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil/produtos/META9resumoexecutivo.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Construa Brasil**. [S. l.], 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil>. Acesso em: 20 nov. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **ESTRATÉGIA NACIONAL DE DISSEMINAÇÃO DO BIM - ESTRATÉGIA BIM BR**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/building-information-modelling-bim>. Acesso em: 20 nov. 2022.

BRASIL. MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Meta Incentivo à Construção Industrializada**. [S. l.], 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil/metas/incentivo-a-construcao-industrializada>. Acesso em: 20 nov. 2022.

CALLERA, Cleverson Aislan. **Industrializando processos na obra - Instalações hidrossanitárias**. [S. l.], 2011. Disponível em: <https://nucleoparededeconcreto.com.br/industrializando-processos-na-obra-instalacoes-hidrossanitarias/>. Acesso em: 19 jun. 2022.

CBIC. CATÁLOGO DE INOVAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Câmara Brasileira da Indústria da Construção**, [s. l.], p. 1–140, 2016. Disponível em: [https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo\\_de\\_Inovacao\\_na\\_Construcao\\_Civil\\_2016.pdf](https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Catalogo_de_Inovacao_na_Construcao_Civil_2016.pdf). Acesso em: 29 jun. 2022.

CEOTTO, Luiz Henrique. **Construção Industrializada**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=d9ExXfth6GM&t=1056s>. Acesso em: 20 nov. 2022.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

CUNHA, Guilherme Maciel. **Análise comparativa de custos entre uma rede de instalações elétricas e hidrossanitárias pré-fabricadas e o sistema convencional de construção: Um estudo de caso junto à Construtora CCB e ao fornecedor Ambar Tech**. 2021. 85 f. - TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

DOCOL. **Ficha Técnica Misturador Monocomando para Cozinha de Mesa 220V**. [S. l.: s. n.], [s. d.]. Disponível em: [https://docol-product-file.s3.amazonaws.com/manuais/Ficha\\_tecnica\\_POR/00999006.pdf](https://docol-product-file.s3.amazonaws.com/manuais/Ficha_tecnica_POR/00999006.pdf). Acesso em: 7 dez. 2022.

EMMETI. **Catálogo de Produtos Emmeti**. São Paulo: EMMETI BRASIL, 2021. Disponível em: <https://www.emmeti.com.br/catalogos>. Acesso em: 18 jun. 2022.

FABRICIO, Márcio Minto. Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, São Carlos, v. 20, n. 33, p. 228–248, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/posfau/issue/view/6224/938>. Acesso em: 2 jul. 2022.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOTO, Hudson. **Instalações Hidrossanitárias**. 1. ed. Brasília: NT Editora, 2017. v. 1

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DE GESTÃO E PROJETOS. **PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL DO SEGMENTO DE CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA**. Brasil: [s. n.], 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/construa-brasil/produtos/META9resumoexecutivo.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2022.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias: Princípios Básicos para Elaboração de Projetos**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2020.

JÚNIOR, Roberto de Carvalho. **Patologias em sistemas prediais hidráulico-sanitários**. São Paulo: Blucher, 2013.

MACHADO DE FREITAS, Luiza Pereira; RODRIGUES, Rafael. Agilidade e eficiência na Construção Off Site. **Boletim do Gerenciamento**, [s. l.], v. 29, n. 29, p. 56–65, 2022. Disponível em: <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/634>. Acesso em: 19 nov. 2022.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

OGGI, Francisco Pedro. **Semana da Construção - 3º Dia 16º Seminário de Tecnologia de Sistemas Prediais**. [S. l.], 2020. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Eht\\_od9Tqvg](https://www.youtube.com/watch?v=Eht_od9Tqvg). Acesso em: 20 nov. 2022.

SILVEIRA, Samuel João Da; AYRES, Gabriela. Implementação de BIM nas empresas de projetos da grande Florianópolis em 2019. **Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia**, Diamantina, UFVJM, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/cobicet/361199-implementacao-de-bim-nas-empresas-de-projetos-da-grande-florianopolis-em-2019/>. Acesso em: 17 jun. 2022.

SILVESTRE, Jonas Medeiros. **Especial – Entrevista com Jonas Medeiros: Industrialização e Construção Modular**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/especial-entrevista-com-jonas-medeiros-industrializacao-e-construcao-modular/>. Acesso em: 4 dez. 2022.

SMART PODS. **Shaft Modular - Módulos Inteligentes**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.smartpods.com.br/produtos/shaft-modular>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SMARTPODS. **Módulo Parede Hidráulica - Módulos Inteligentes**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.smartpods.com.br/produtos/modulo-parede-hidraulica>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como reduzir perdas no canteiros**. São Paulo: Pini, 2005.

STEIN, Ronei T. *et al.* **Projeto de instalações hidrossanitárias**. Porto Alegre: Grupo A Educação S.A., 2019.

TIGRE. **Catálogo Técnico Predial: PEX TIGRE**. Joinville: TIGRE S.A., 2009. Disponível em: [https://cfg.com.br/up\\_catalogos/TIGRE\\_-\\_Pex.pdf](https://cfg.com.br/up_catalogos/TIGRE_-_Pex.pdf). Acesso em: 17 jun. 2022.

TIGRE. **Ficha Técnica Ralo Lateral**. Joinville: Tigre, 2018. Disponível em: [https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/ficha-tecnica/FT\\_Ralo\\_Lateral\\_Final.pdf](https://tigrecombr-prod.s3.amazonaws.com/default/files/produtos/ficha-tecnica/FT_Ralo_Lateral_Final.pdf). Acesso em: 7 jul. 2022.

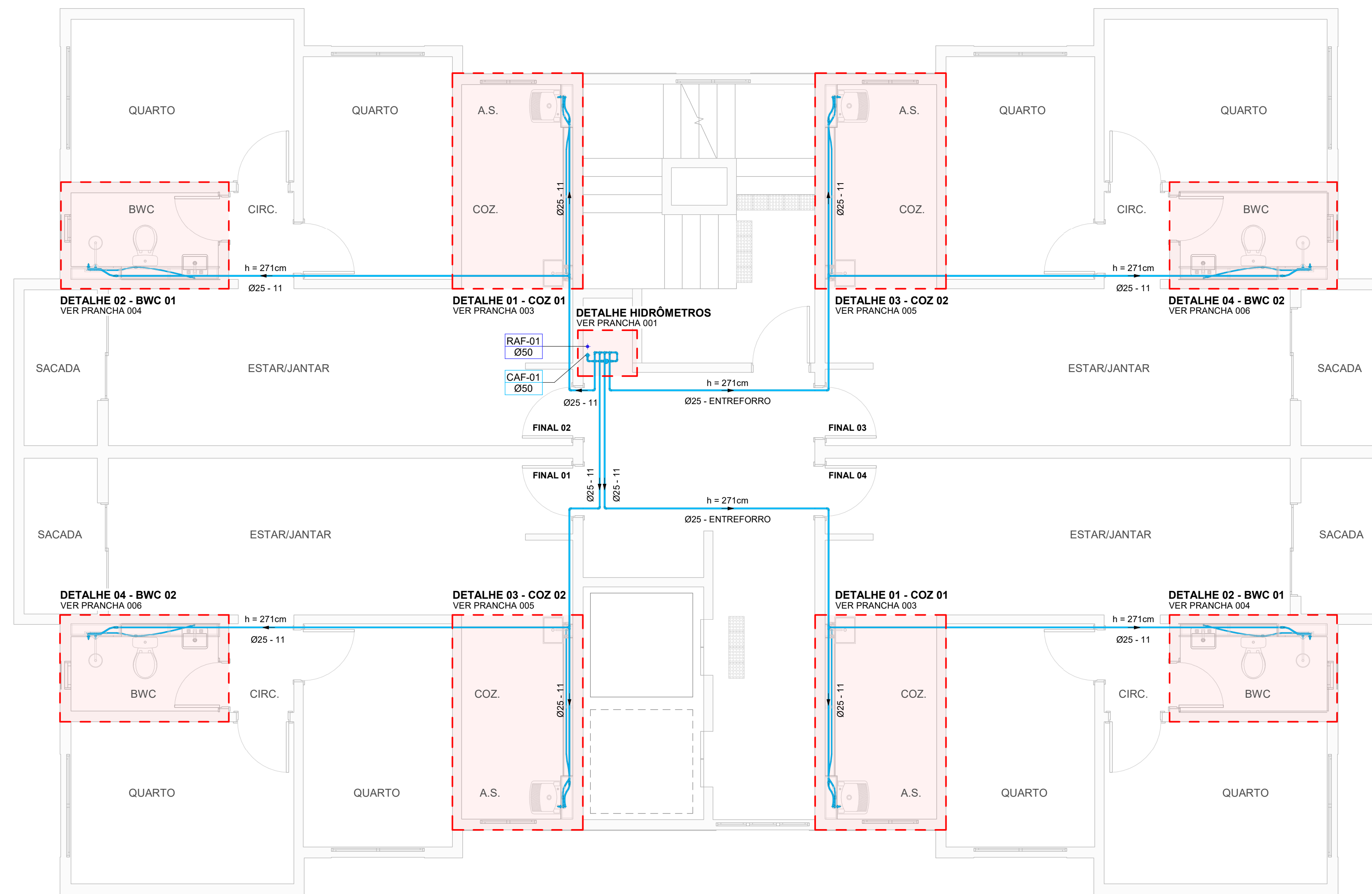
TIGRE S.A. **Catálogo Técnico Água Fria Predial**. Joinville: [s. n.], 2016. Disponível em: <https://tigresite.s3.amazonaws.com/2021/10/ct-agua-fria.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2022.

VALSIR. **Air admittance valve: regulations, applications, operation and assembly**. [S. l.], 2017. Disponível em: <https://www.valsir.it/news/item/280-air-admittance-valve-regulations-applications-operation-and-assembly?lang=en>. Acesso em: 7 jul. 2022.

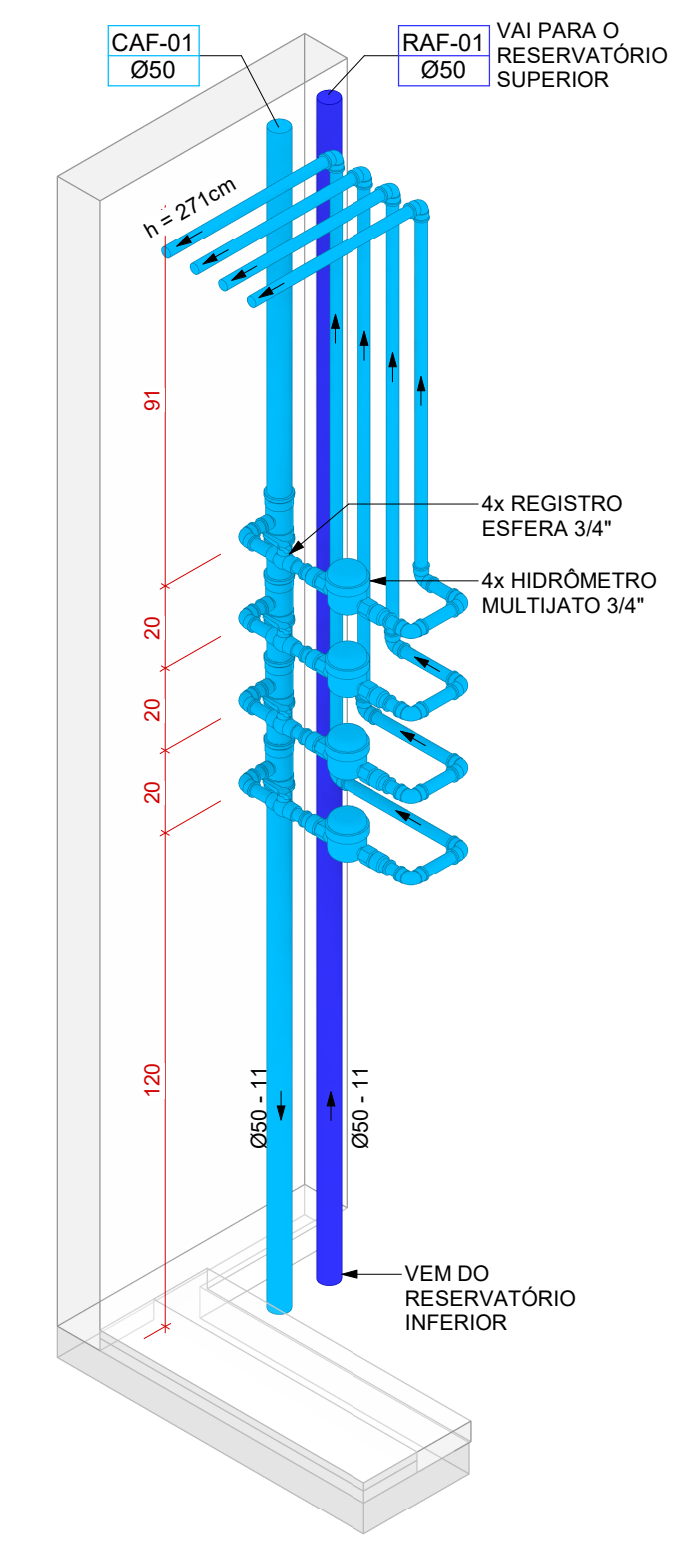
VALSIR. **Ventilo: The solution for the venting of waste systems**. Vestone: [s. n.], 2016. Disponível em: [https://www.valsir.it/pdf/B\\_VENTILO\\_L02785000\\_GB.pdf](https://www.valsir.it/pdf/B_VENTILO_L02785000_GB.pdf). Acesso em: 7 jul. 2022.

WILLIAMSON, M.; GANAH, A.; JOHN, G. A. Barriers to adopting modern methods of construction in the UK. **Journal of Construction Engineering, Management & Innovation**, Preston, v. 2, p. 30–39, 2019. Disponível em: [https://www.goldenlightpublish.com/dosyalar/baski/JCEMI\\_2019\\_81.pdf](https://www.goldenlightpublish.com/dosyalar/baski/JCEMI_2019_81.pdf). Acesso em: 2 jul. 2022.

**APÊNDICE A – PROJETO HIDROSSANITÁRIO COM SISTEMA  
INDUSTRIALIZADO**



PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO - HIDRÁULICO  
1 : 50



DETALHE HIDRÔMETROS

## SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA POTÁVEL		TUBULAÇÃO RECALQUE ÁGUA FRIA
--	-----------------------------	--	------------------------------

## SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA

## MATERIAL TUBULAÇÕES

11	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), LINHA MARRROM SOLDÁVEL, CONFORME ABNT 5.648
12	TUBULAÇÃO EM POLIETILENO RETICULADO (PEX), LINHA MONOCAMADA, CONFORME ABNT 15.939

## LEGENDAS E PEÇAS

CAF	COLUNA ÁGUA FRIA POTÁVEL	RAF	COLUNA RECALQUE DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
CH	CHUVEIRO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 220 cm		
LV	LAVATÓRIO   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   TÊ COM ROSCA CENTRAL FÊMEA 25mm x 3/4"   h = 90 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 115 cm		
RG	REGISTRO DE GAVETA COM ABRAÇADEIRA 3/4"   h = 180 cm		
RP	REGISTRO DE PRESSÃO COM ABRAÇADEIRA 1/2"   h = 110 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 20 cm		

## NOTAS

1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;

R00	EMISSÃO INICIAL		07/12/2022
Rev.	Descrição		Data

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongiorini

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO: \_\_\_\_\_  
CLIENTE: \_\_\_\_\_  
CONSTRUTORA B

## PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO - HIDRÁULICO	PRANCHA: 001 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-001-PLA-HID-TIP

## SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ESGOTO SANITÁRIO		TUBULAÇÃO GORDURA
	TUBULAÇÃO ÁGUA SERVIDA		TUBULAÇÃO PLUVIAL
	TUBULAÇÃO VENTILAÇÃO		

## SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	INCLINAÇÃO DA TUBULAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		

## MATERIAL TUBULAÇÕES

13	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE NORMAL, CONFORME NBR 5688
14	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE REFORÇADA, CONFORME NBR 5688

## LEGENDAS E PEÇAS

TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO SANITÁRIO	TG	TUBO DE QUEDA GORDURA
AS	TUBO DE QUEDA ÁGUA SERVIDA	TP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CSP	CAIXA SIFONADA DE PAREDE
CS	CAIXA SIFONADA Ø100 mm	VAA	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR   h = 75 cm
LV	LAVATÓRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 80 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 50 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 100mm   h = 19 cm		

## NOTAS

- DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MILÍMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;
- DECLIVIDADE MÍNIMA DE 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm;
- DECLIVIDADE MÍNIMA DE 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm;
- DECLIVIDADE MÍNIMA DE 0,5% PARA TUBULAÇÕES PLUVIAIS DE QUALQUER DIÂMETRO.

R00	EMISSÃO INICIAL		07/12/2022
Rev.	Descrição		Data

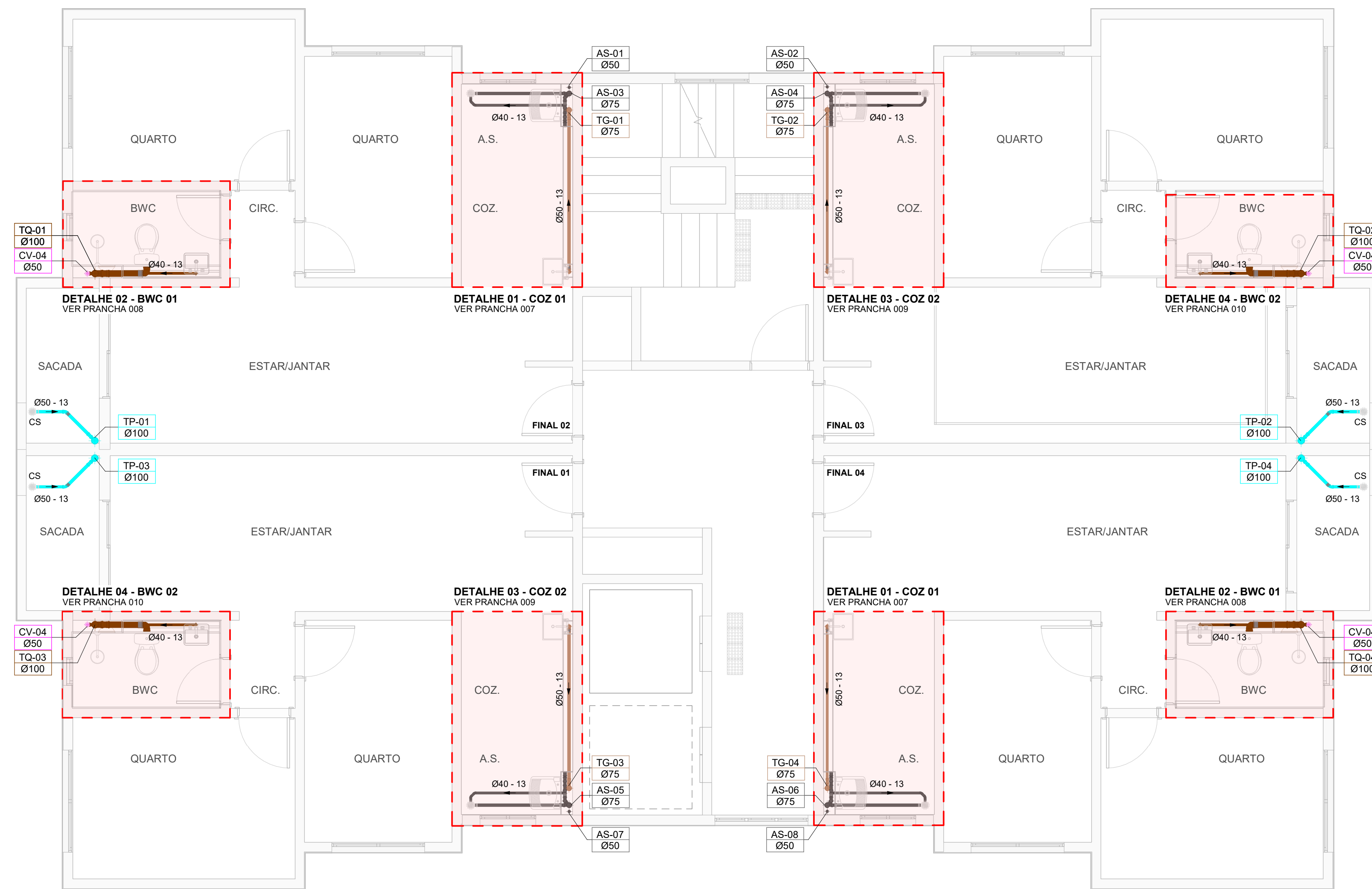
	<b>INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA</b> DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC	Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil. <b>Orientador:</b> Samuel João da Silveira, Dr. <b>Autora:</b> Giovanna Bongiorno
	<b>INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina</b>	

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	_____
CLIENTE:	_____
	CONSTRUTORA B

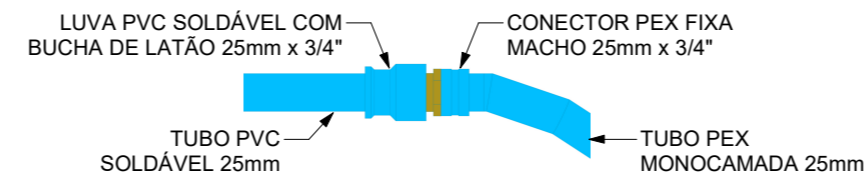
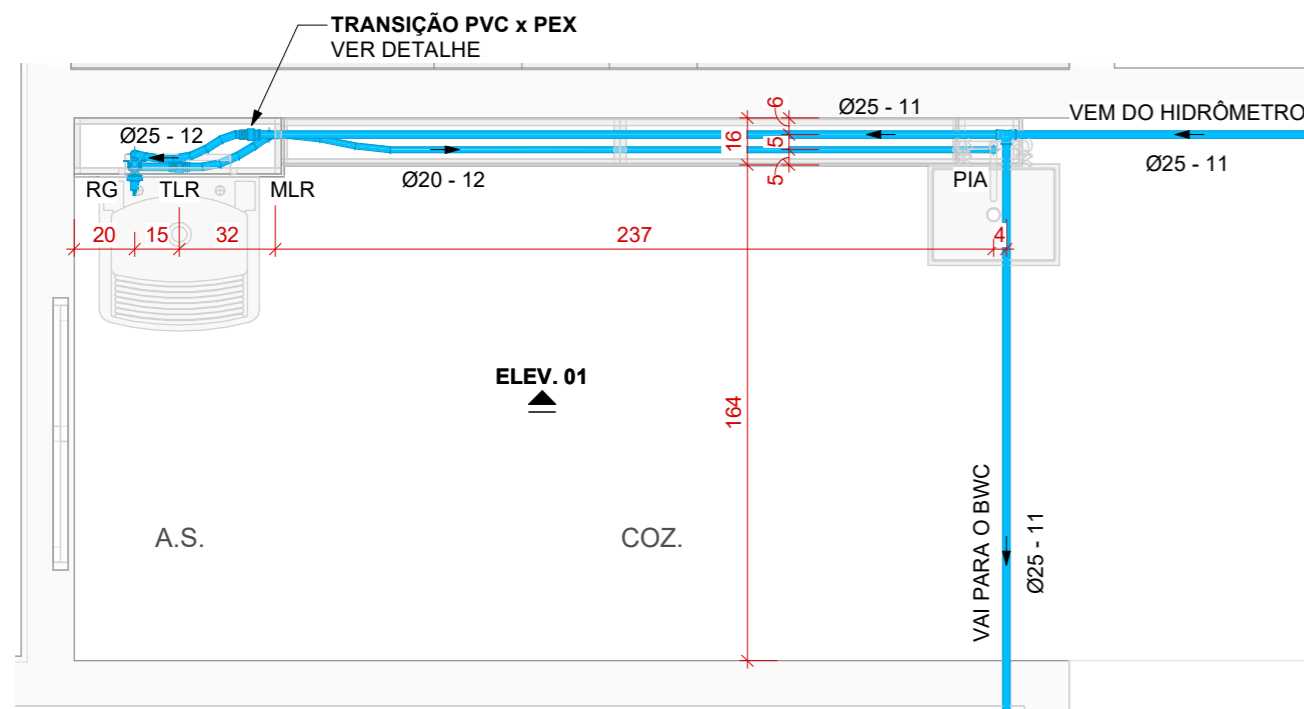
## PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO:	DESCRIÇÃO:	PRANCHA:
GIOVANNA B.	PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO - SANITÁRIO	002 / 011
DATA:	ESCALA:	CÓDIGO:
07/12/2022	CONFORME INDICADO	GB-PE-002-PLA-SAN-TIP



## PLANTA BAIXA PAVIMENTO TIPO - SANITÁRIO

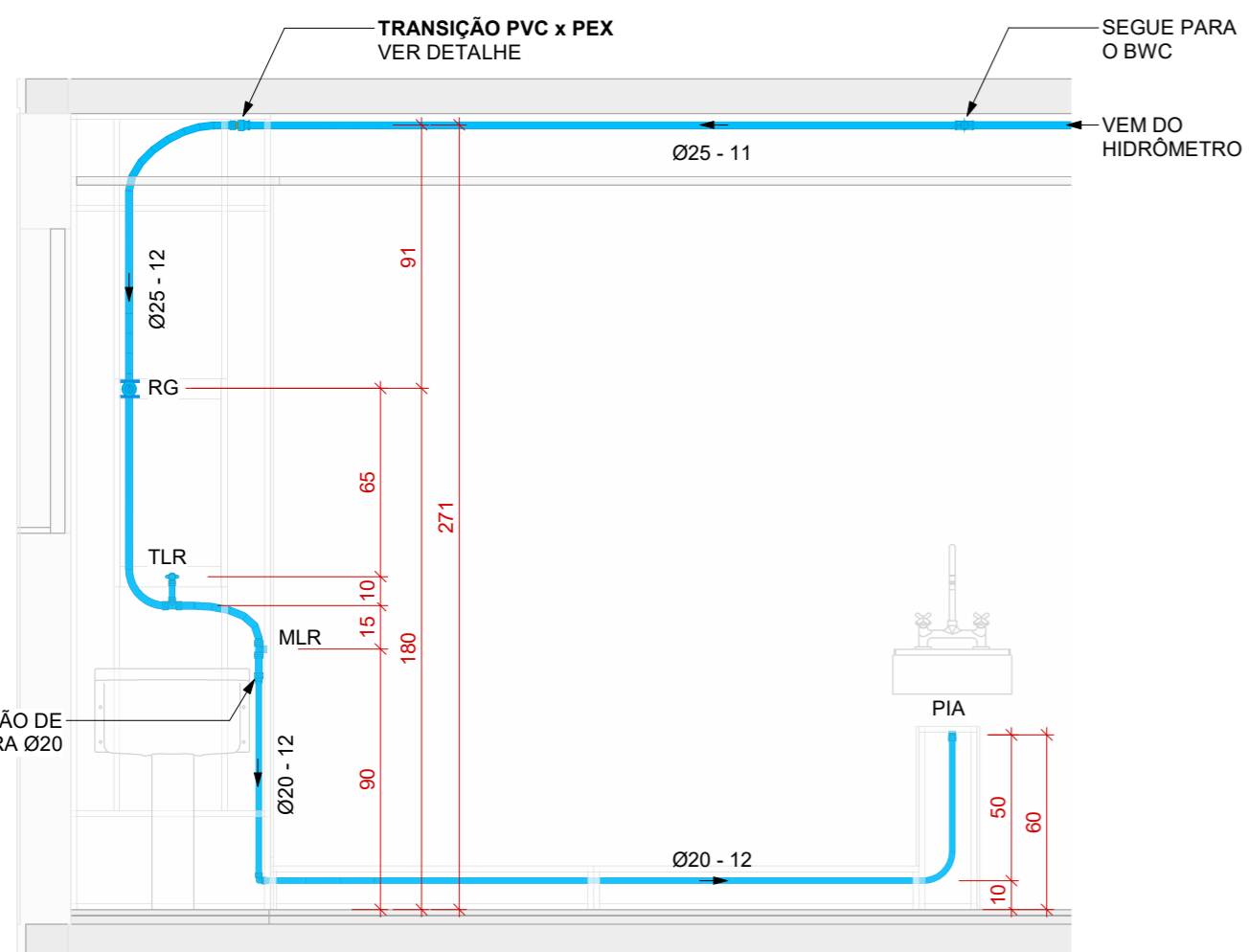
1 : 50



DET. TRANSIÇÃO PVC x PEX

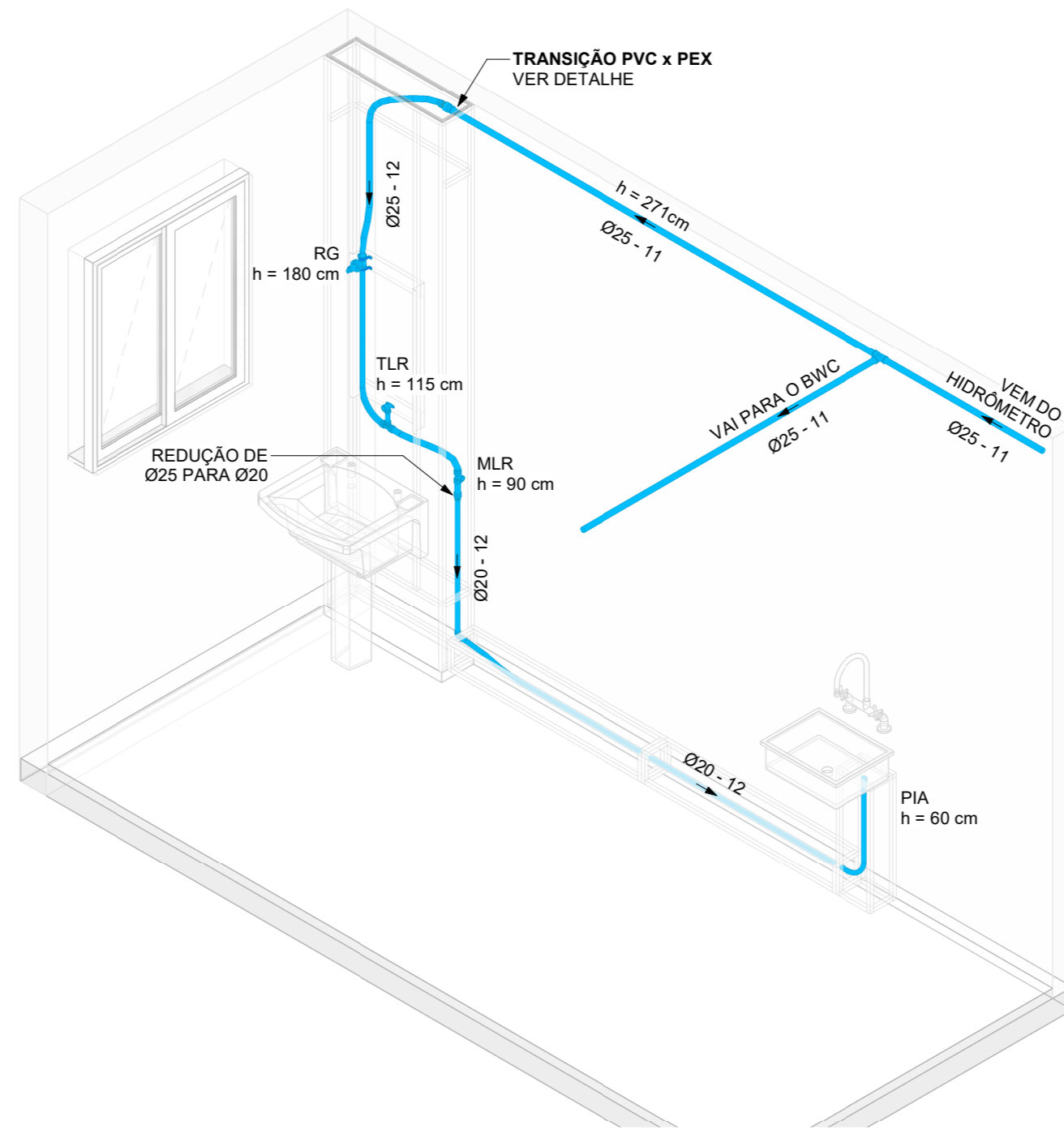
DETALHE HIDRÁULICO 01 - COZINHA 01

1 : 25



ELEVAÇÃO 01 - COZINHA 01

1 : 25



PERSPECTIVA 01 - COZINHA 01 - HID

SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA POTÁVEL		TUBULAÇÃO RECALQUE ÁGUA FRIA
--	-----------------------------	--	------------------------------

SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA

MATERIAL TUBULAÇÕES

11	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), LINHA MARROM SOLDÁVEL, CONFORME ABNT 5.648
12	TUBULAÇÃO EM POLIETILENO RETICULADO (PEX), LINHA MONOCAMADA, CONFORME ABNT 15.939

LEGENDAS E PEÇAS

CAF	COLUNA ÁGUA FRIA POTÁVEL	RAF	COLUNA RECALQUE DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
CH	CHUVEIRO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 220 cm		
LV	LAVATÓRIO   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   TÉ COM ROSCA CENTRAL FÊMEA 25mm x 3/4"   h = 90 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 115 cm		
RG	REGISTRO DE GAVETA COM ABRAÇADEIRA 3/4"   h = 180 cm		
RP	REGISTRO DE PRESSÃO COM ABRAÇADEIRA 1/2"   h = 110 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 20 cm		

NOTAS

1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data

**INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina**

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongiorno

RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO: \_\_\_\_\_

CLIENTE: \_\_\_\_\_

CONSTRUTORA B \_\_\_\_\_

PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO HIDRÁULICO COZINHA 01	PRANCHA: 003 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-003-DET-HID-COZ

# SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA POTÁVEL		TUBULAÇÃO RECALQUE ÁGUA FRIA
--	-----------------------------	--	------------------------------

# SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA

# MATERIAL TUBULAÇÕES

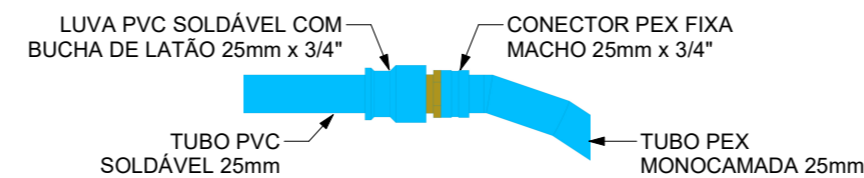
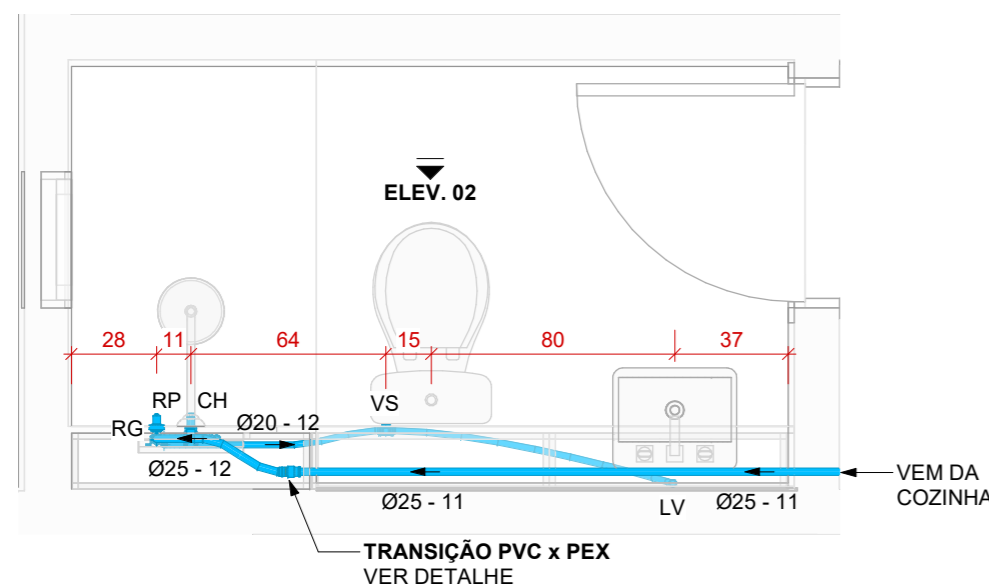
11	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), LINHA MARROM SOLDÁVEL, CONFORME ABNT 5.648
12	TUBULAÇÃO EM POLIETILENO RETICULADO (PEX), LINHA MONOCAMADA, CONFORME ABNT 15.939

# LEGENDAS E PEÇAS

CAF	COLUNA ÁGUA FRIA POTÁVEL	RAF	COLUNA RECALQUE DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
CH	CHUVEIRO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 220 cm		
LV	LAVATÓRIO   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   TÉ COM ROSCA CENTRAL FÊMEA 25mm x 3/4"   h = 90 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 115 cm		
RG	REGISTRO DE GAVETA COM ABRAÇADEIRA 3/4"   h = 180 cm		
RP	REGISTRO DE PRESSÃO COM ABRAÇADEIRA 1/2"   h = 110 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 20 cm		

# NOTAS

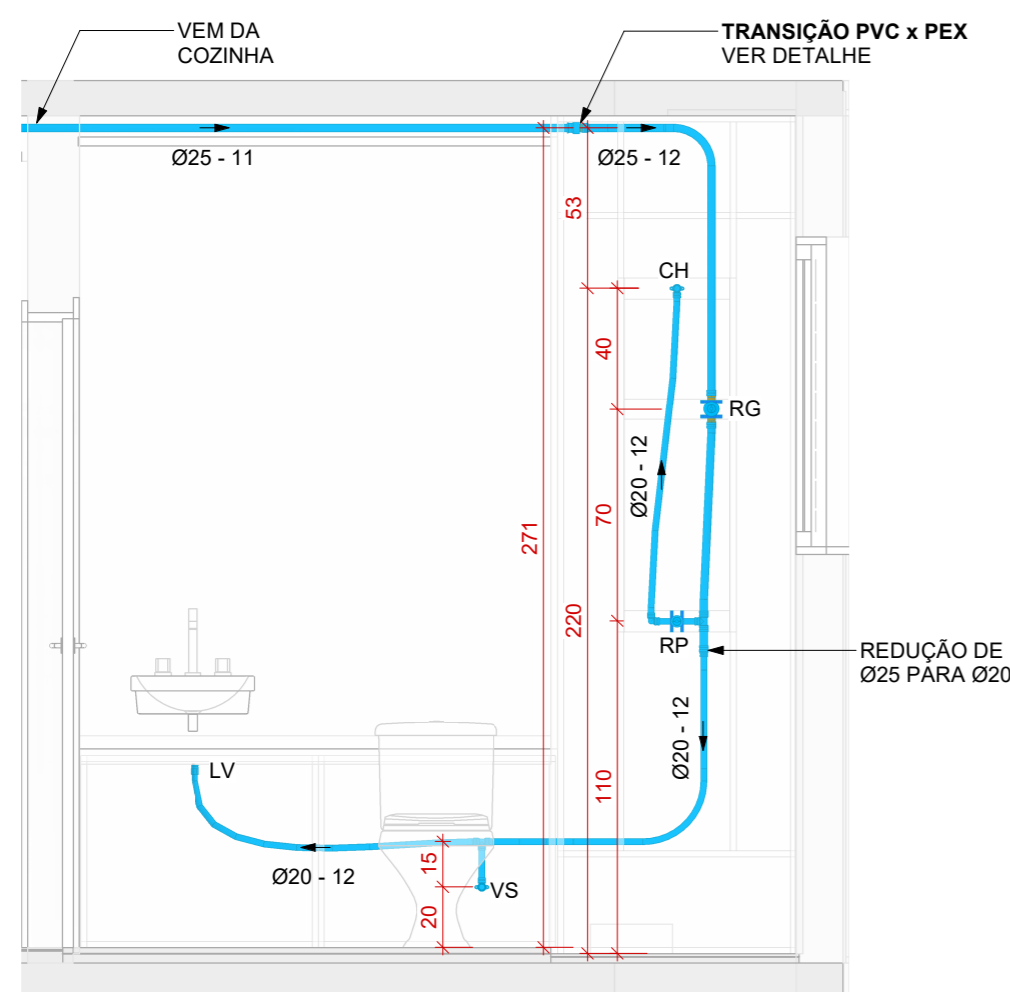
1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;



DET. TRANSIÇÃO PVC x PEX

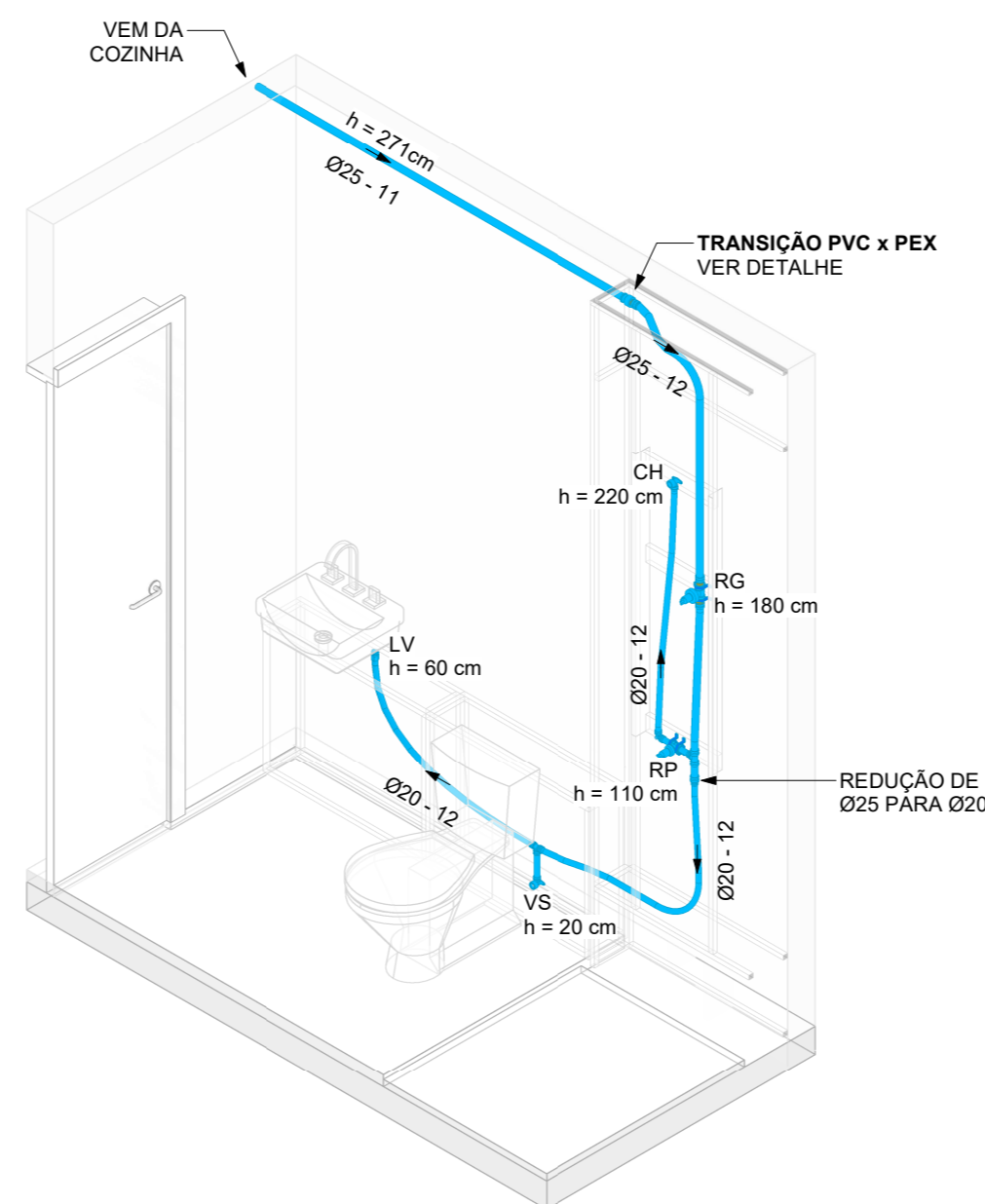
DETALHE HIDRÁULICO 02 - BWC 01

1 : 25



ELEVAÇÃO 02 - BWC 01

1 : 25



PERSPECTIVA 02 - BWC 01 - HID

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data

**INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina**

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
 DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
 CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
 Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenharia Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongiorno

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	_____
CLIENTE:	_____
CONSTRUTORA B	_____

### PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO HIDRÁULICO BWC 01	PRANCHA: 004 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-004-DET-HID-BWC

# SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA POTÁVEL		TUBULAÇÃO RECALQUE ÁGUA FRIA
--	-----------------------------	--	------------------------------

# SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA

# MATERIAL TUBULAÇÕES

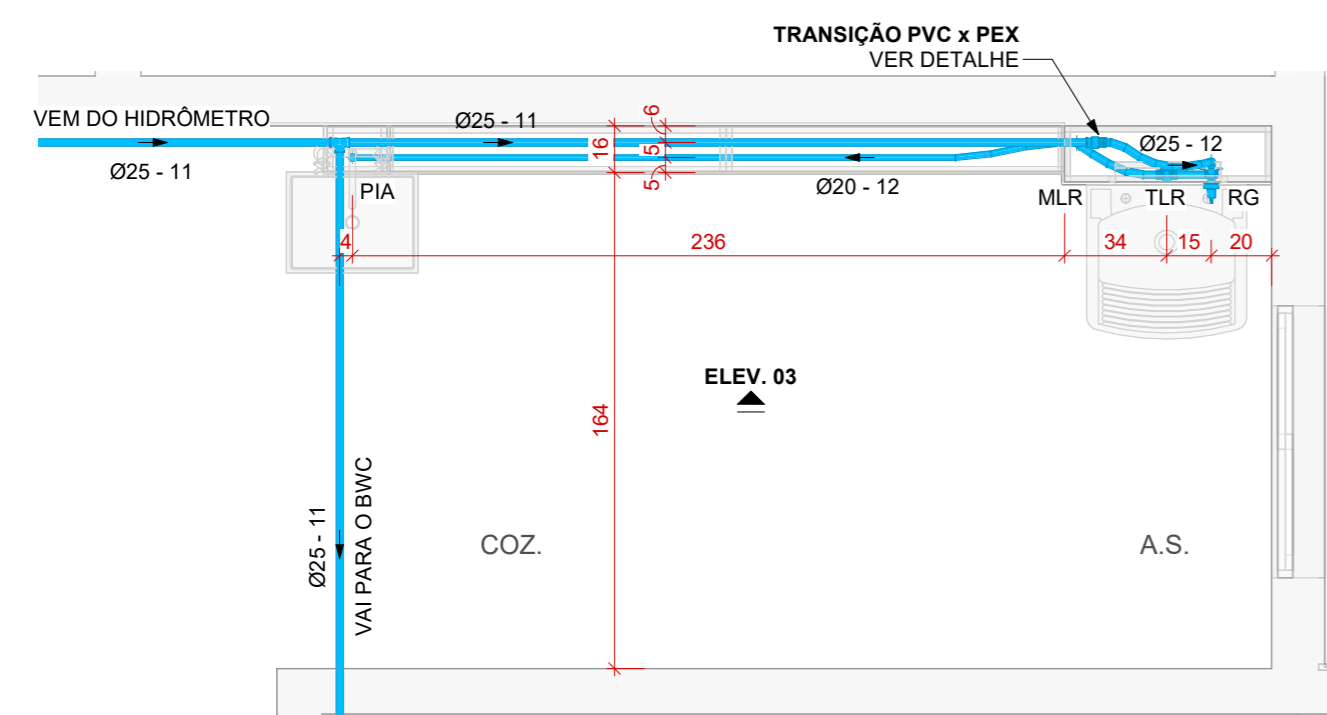
11	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), LINHA MARROM SOLDÁVEL, CONFORME ABNT 5.648
12	TUBULAÇÃO EM POLIETILENO RETICULADO (PEX), LINHA MONOCAMADA, CONFORME ABNT 15.939

# LEGENDAS E PEÇAS

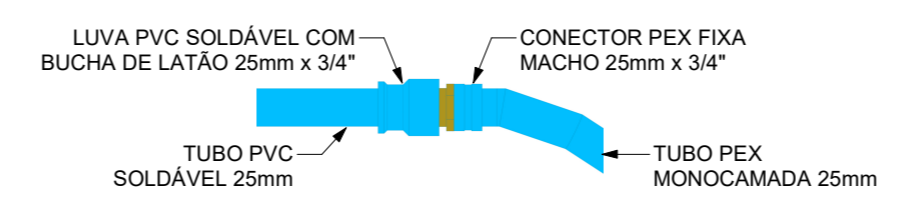
CAF	COLUNA ÁGUA FRIA POTÁVEL	RAF	COLUNA RECALQUE DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
CH	CHUVEIRO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 220 cm		
LV	LAVATÓRIO   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   TÊ COM ROSCA CENTRAL FÊMEA 25mm x 3/4"   h = 90 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 115 cm		
RG	REGISTRO DE GAVETA COM ABRAÇADEIRA 3/4"   h = 180 cm		
RP	REGISTRO DE PRESSÃO COM ABRAÇADEIRA 1/2"   h = 110 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 20 cm		

# NOTAS

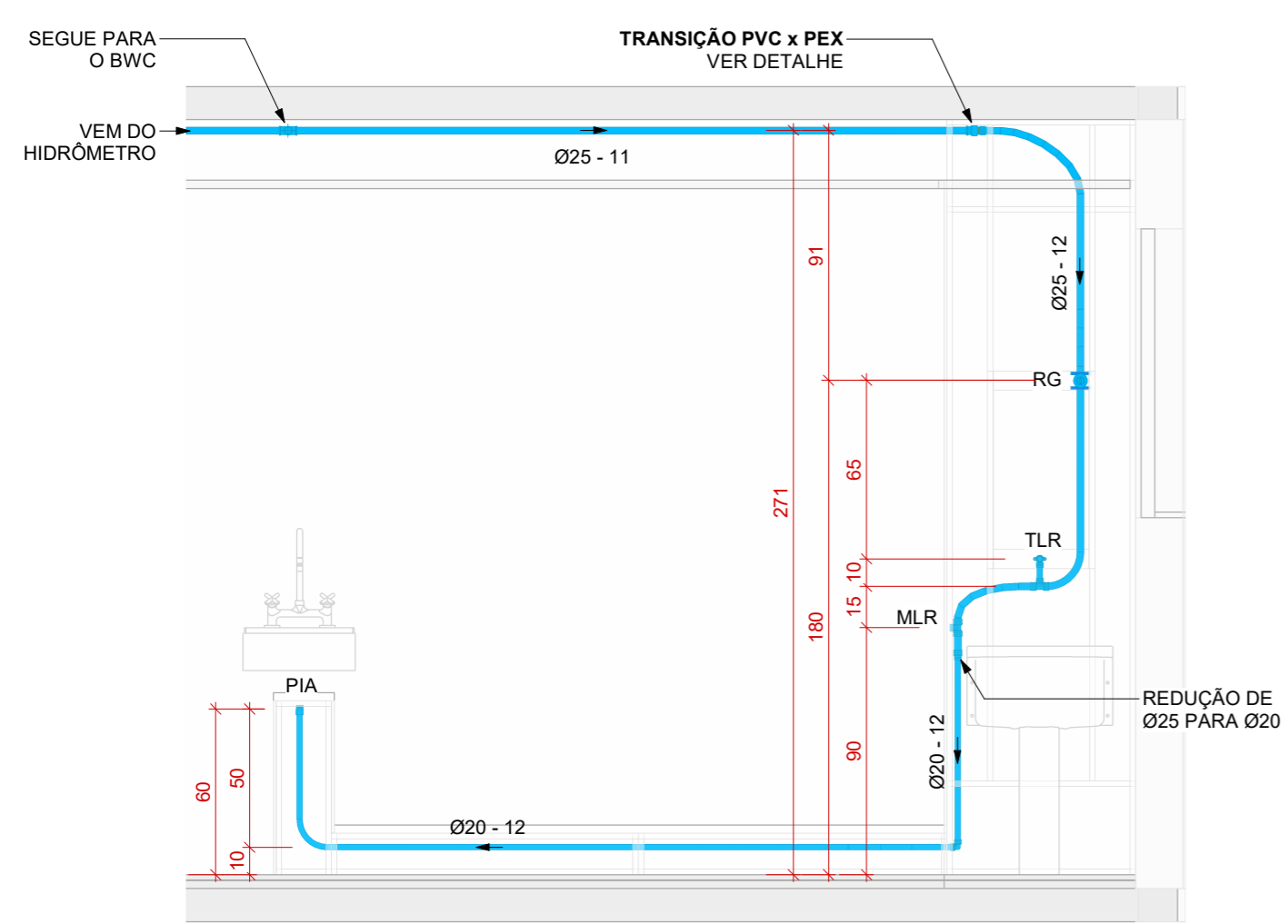
1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;



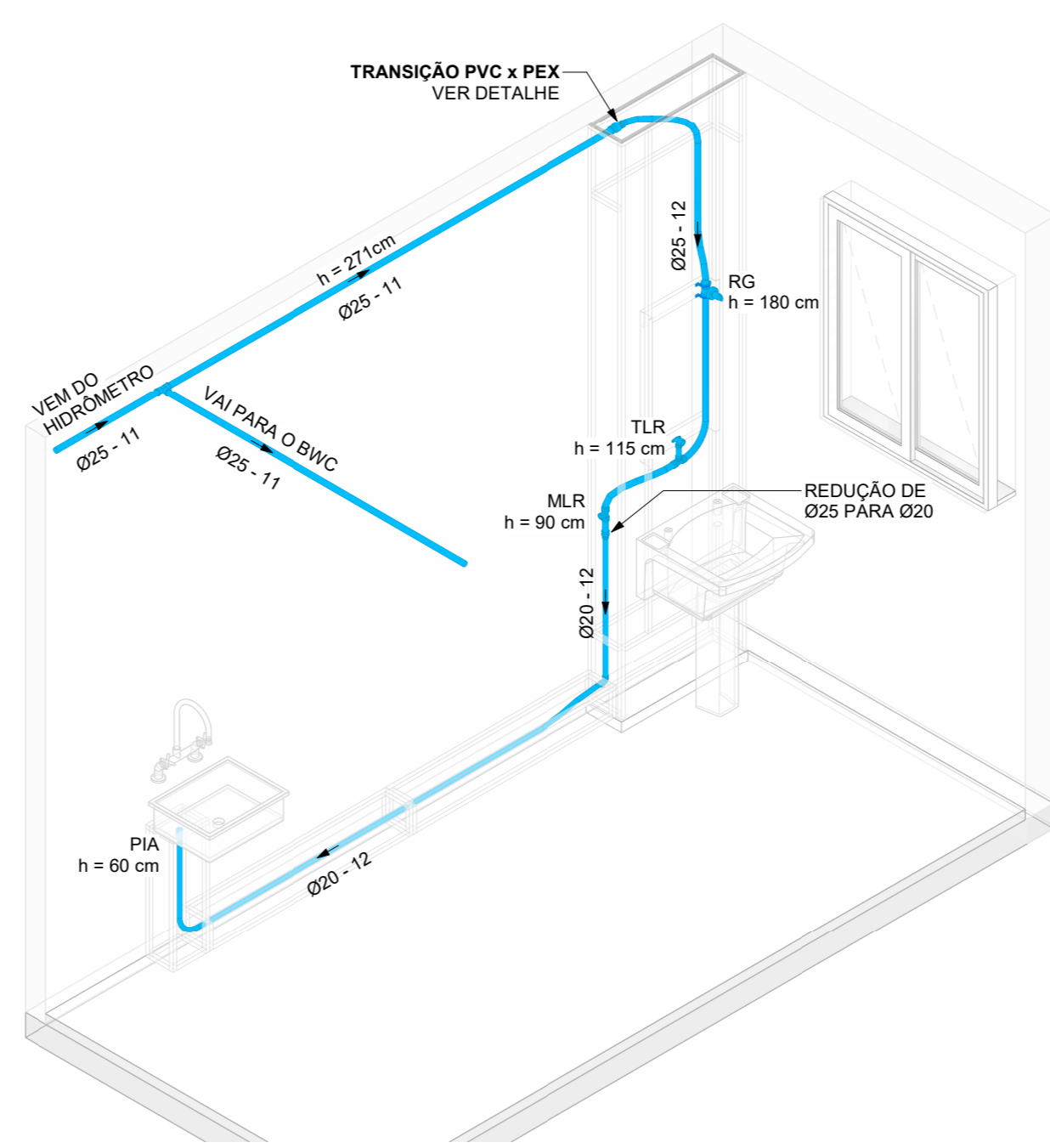
**DETALHE HIDRÁULICO 03 - COZINHA 02**  
1 : 25



**DET. TRANSIÇÃO PVC x PEX**



**ELEVAÇÃO 03 - COZINHA 02**  
1 : 25



**PERSPECTIVA 03 - COZINHA 02 - HID**

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data

**INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina**  
 INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
 DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
 CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
 Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenharia Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongorni

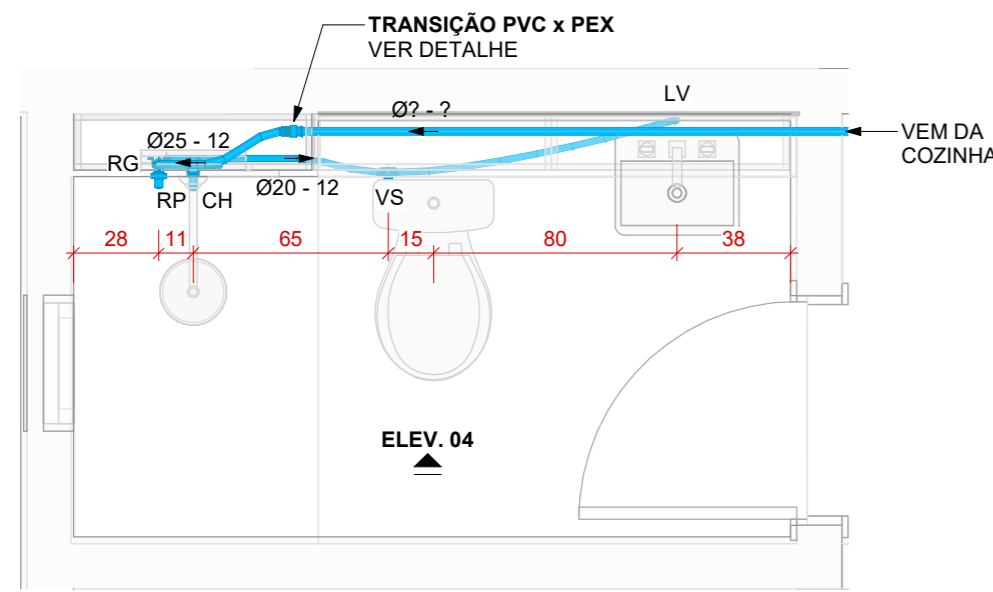
## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO:  
 \_\_\_\_\_  
 GIOVANNA BONGIORNI - CREA/SC XXXXXX-X

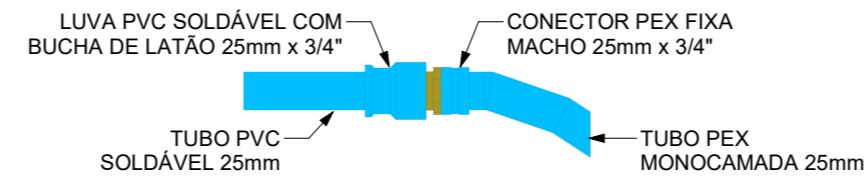
CLIENTE:  
 \_\_\_\_\_  
 CONSTRUTORA B

## PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO HIDRÁULICO COZINHA 02	PRANCHA: 005 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-005-DET-HID-COZ



**DETALHE HIDRÁULICO 04 - BWC 02**  
1 : 25



**DET. TRANSIÇÃO PVC x PEX**  
1 : 5

SISTEMAS	
	TUBULAÇÃO ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO RECALQUE ÁGUA FRIA

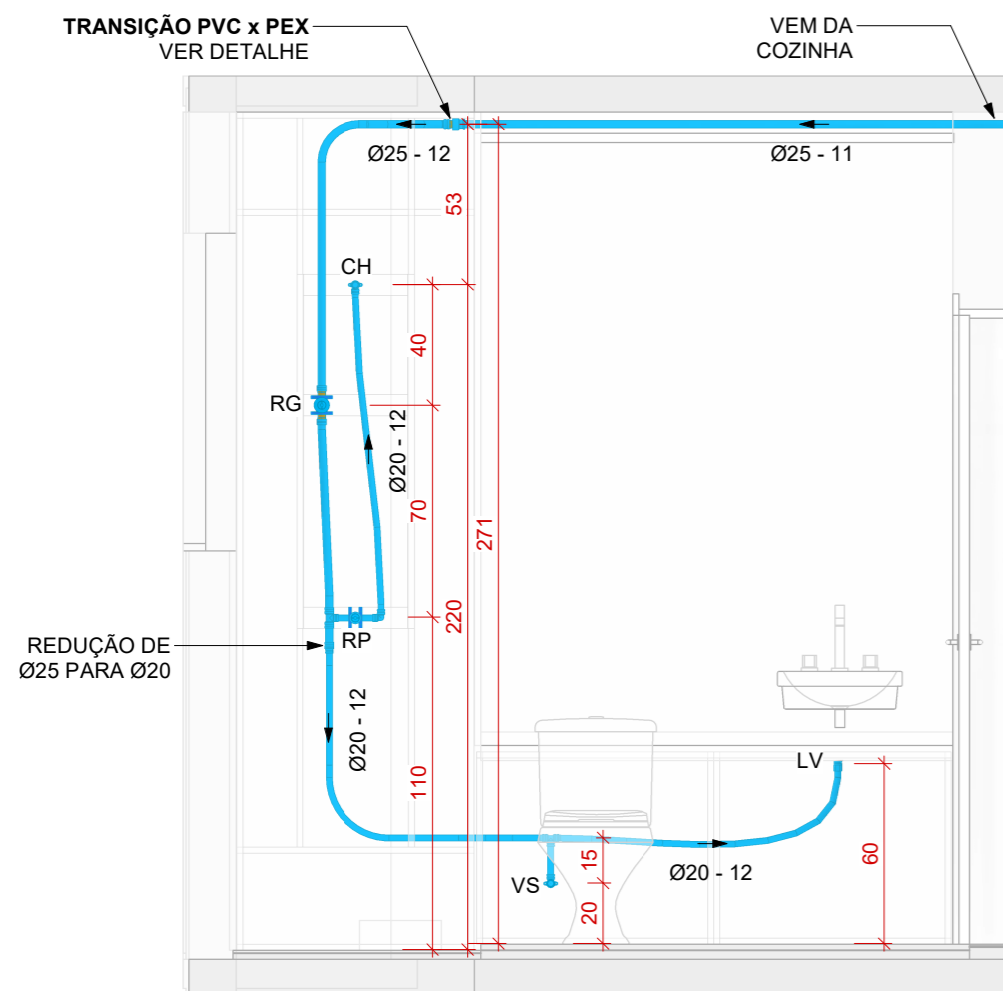
SIMBOLOGIAS	
	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO
	SENTIDO DO FLUXO
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO
	MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA
	SIGLA DA PRUMADA
	NÚMERO DA PRUMADA
	DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)

MATERIAL TUBULAÇÕES	
11	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), LINHA MARROM SOLDÁVEL, CONFORME ABNT 5.648
12	TUBULAÇÃO EM POLIETILENO RETICULADO (PEX), LINHA MONOCAMADA, CONFORME ABNT 15.939

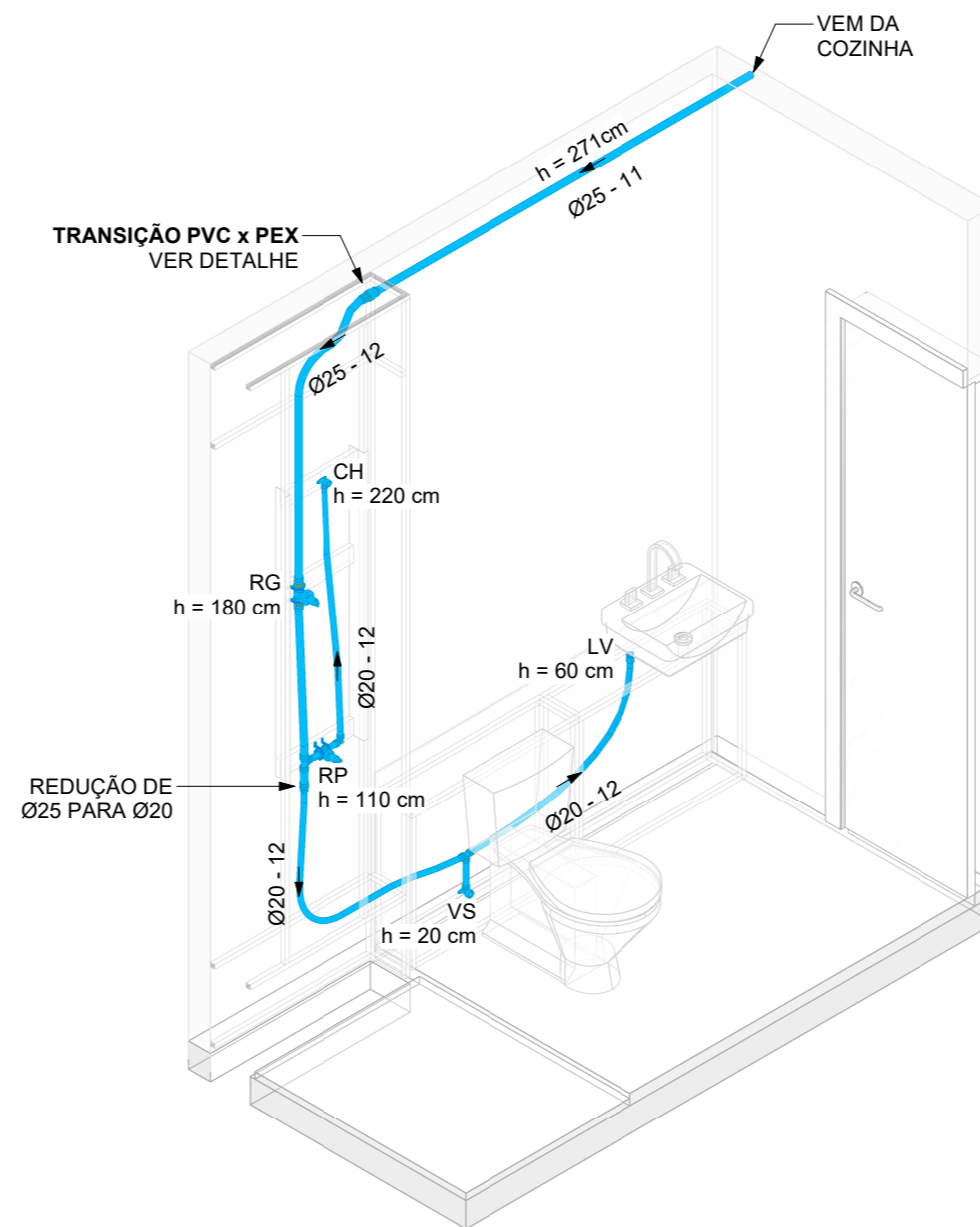
LEGENDAS E PEÇAS			
CAF	COLUNA ÁGUA FRIA POTÁVEL	RAF	COLUNA RECALQUE DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
CH	CHUVEIRO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 220 cm		
LV	LAVATÓRIO   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   TÉ COM ROSCA CENTRAL FÊMEA 25mm x 3/4"   h = 90 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   CONECTOR FÊMEA 20mm x 1/2"   h = 60 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 115 cm		
RG	REGISTRO DE GAVETA COM ABRAÇADEIRA 3/4"   h = 180 cm		
RP	REGISTRO DE PRESSÃO COM ABRAÇADEIRA 1/2"   h = 110 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   COTOVELO 90° FÊMEA COM BASE PARA FIXAÇÃO 20mm x 1/2"   h = 20 cm		

**NOTAS**

1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;

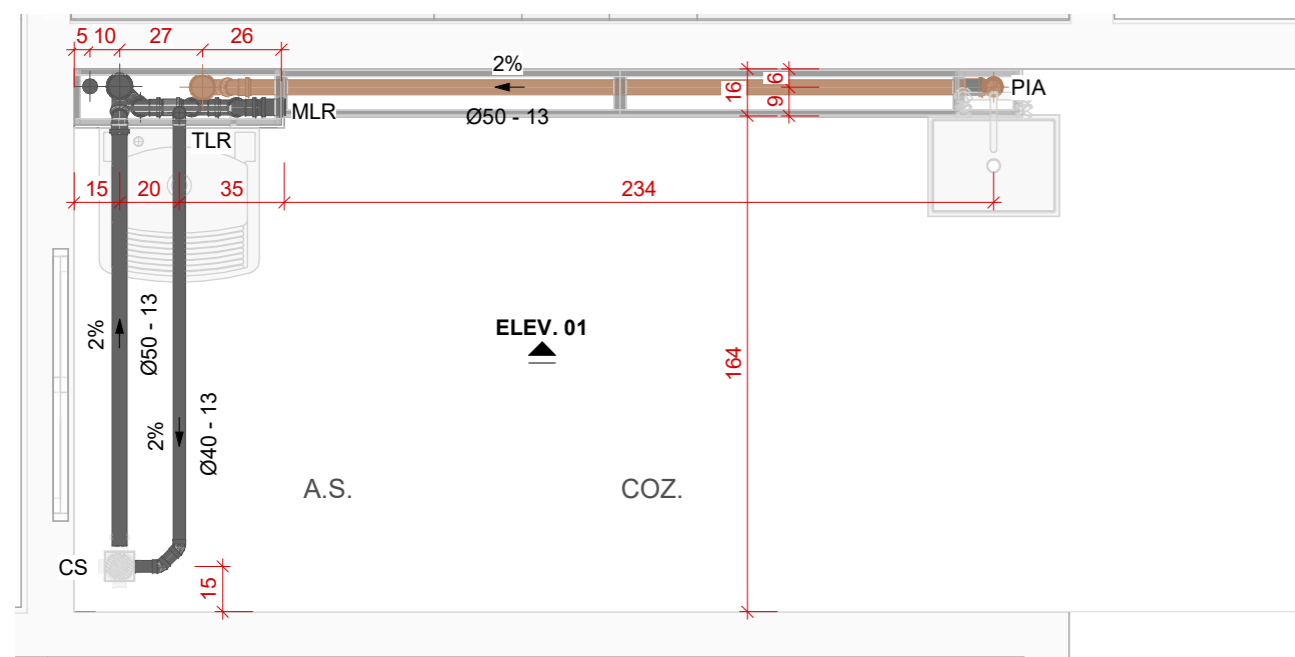


**ELEVAÇÃO 04 - BWC 02**  
1 : 25



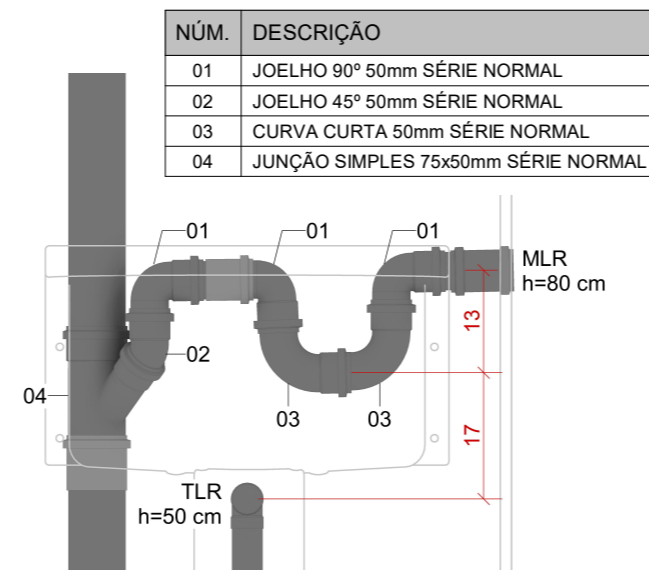
**PERSPECTIVA 04 - BWC 02 - HID**

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data
<b>INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA</b> DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC		Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil. <b>Orientador:</b> Samuel João da Silveira, Dr. <b>Autora:</b> Giovanna Bongiorno
<b>RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A</b>		
RESPONSÁVEL TÉCNICO:		
GIOVANNA BONGIORNI - CREA/SC XXXXXX-X		
CLIENTE:		
CONSTRUTORA B		
<b>PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO</b>		
DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO HIDRÁULICO BWC 02	PRANCHA: 006 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-006-DET-HID-BWC

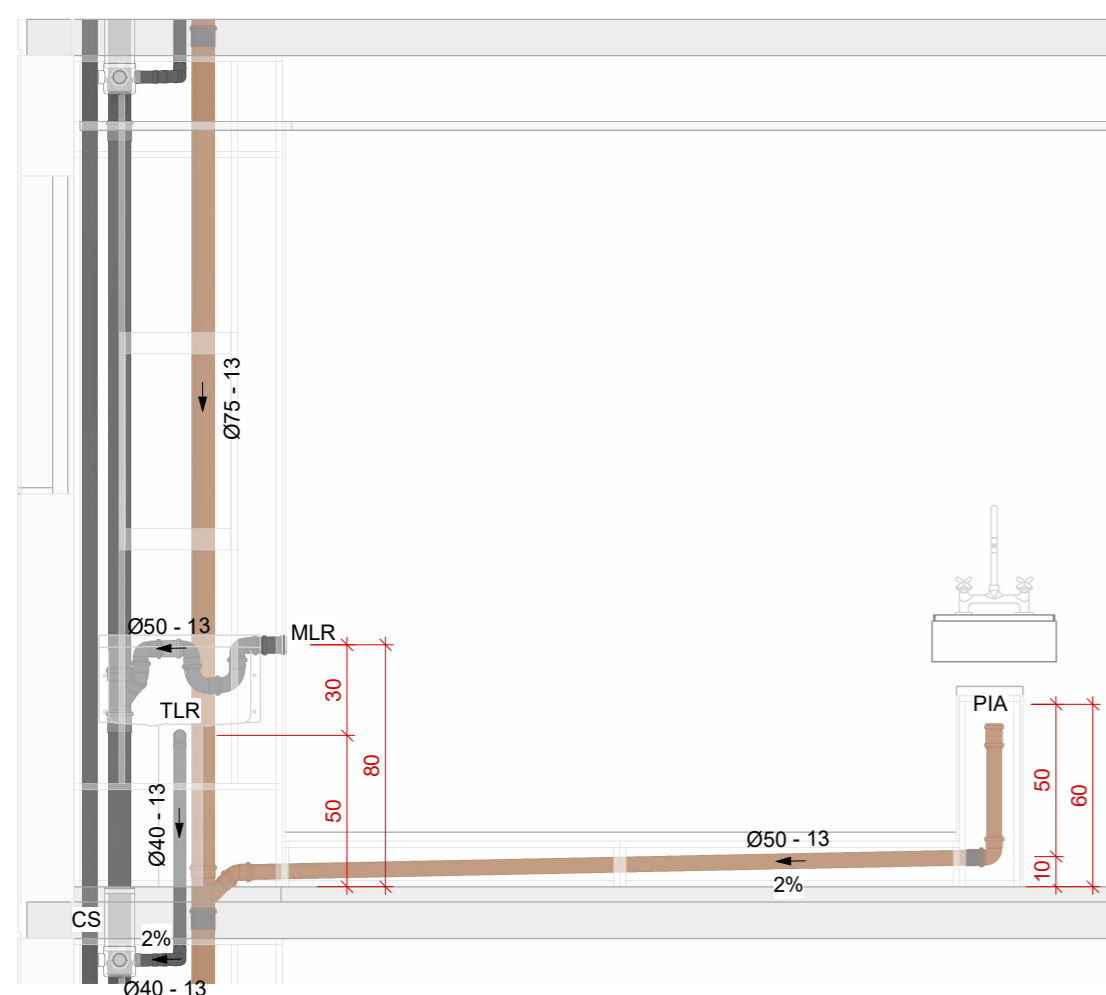


DETALHE SANITÁRIO 01 - COZINHA 01

1 : 25

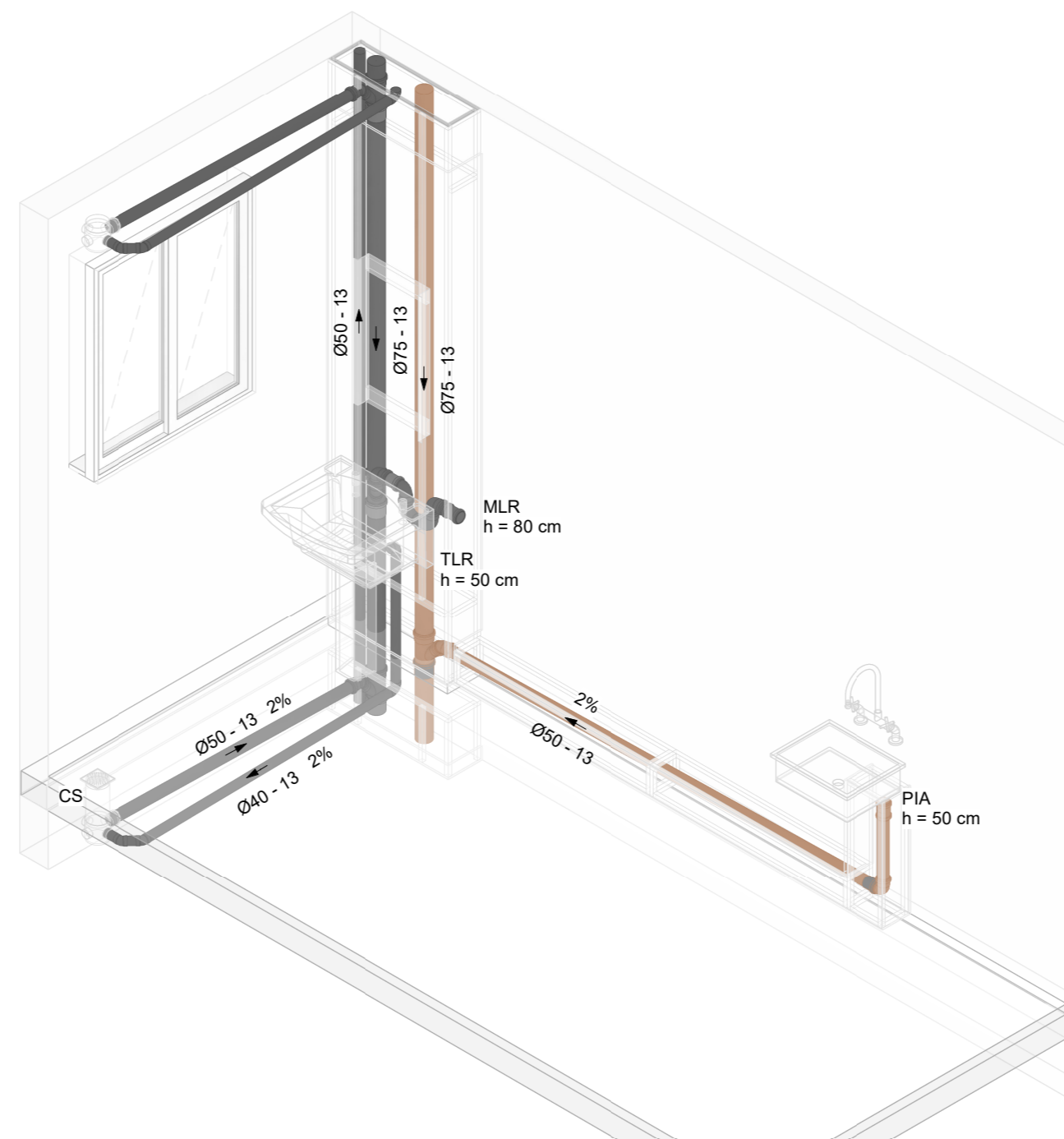


DET. SIFÃO



ELEVAÇÃO 01 - COZINHA 01 - SAN

1 : 25



PERSPECTIVA 01 - COZINHA 01 - SAN

## SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ESGOTO SANITÁRIO		TUBULAÇÃO GORDURA
	TUBULAÇÃO ÁGUA SERVIDA		TUBULAÇÃO PLUVIAL
	TUBULAÇÃO VENTILAÇÃO		

## SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		INCLINAÇÃO DA TUBULAÇÃO
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO
	SENTIDO DO FLUXO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA
	INCLINAÇÃO DA TUBULAÇÃO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		

## MATERIAL TUBULAÇÕES

13	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE NORMAL, CONFORME NBR 5688
14	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE REFORÇADA, CONFORME NBR 5688

## LEGENDAS E PEÇAS

TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO SANITÁRIO	TG	TUBO DE QUEDA GORDURA
AS	TUBO DE QUEDA ÁGUA SERVIDA	TP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CSP	CAIXA SIFONADA DE PAREDE
CS	CAIXA SIFONADA Ø100 mm	VAA	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR   h = 75 cm
LV	LAVATÓRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 80 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 50 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 100mm   h = 19 cm		

## NOTAS

- 1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;
- 2 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm;
- 3 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm;
- 4 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 0,5% PARA TUBULAÇÕES PLUVIAIS DE QUALQUER DIÂMETRO.

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data

	<b>INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA</b> DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC	Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenharia Civil. <b>Orientador:</b> Samuel João da Silveira, Dr. <b>Autora:</b> Giovanna Bongiorno
--	---	---

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	_____
	GIOVANNA BONGIORNI - CREA/SC XXXXXX-X
CLIENTE:	_____
	CONSTRUTORA B

## PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO SANITÁRIO COZINHA 01	PRANCHA: 007 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-007-DET-SAN-COZ

# SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ESGOTO SANITÁRIO		TUBULAÇÃO GORDURA
	TUBULAÇÃO ÁGUA SERVIDA		TUBULAÇÃO PLUVIAL
	TUBULAÇÃO VENTILAÇÃO		

# SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	INCLINAÇÃO DA TUBULAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		

# MATERIAL TUBULAÇÕES

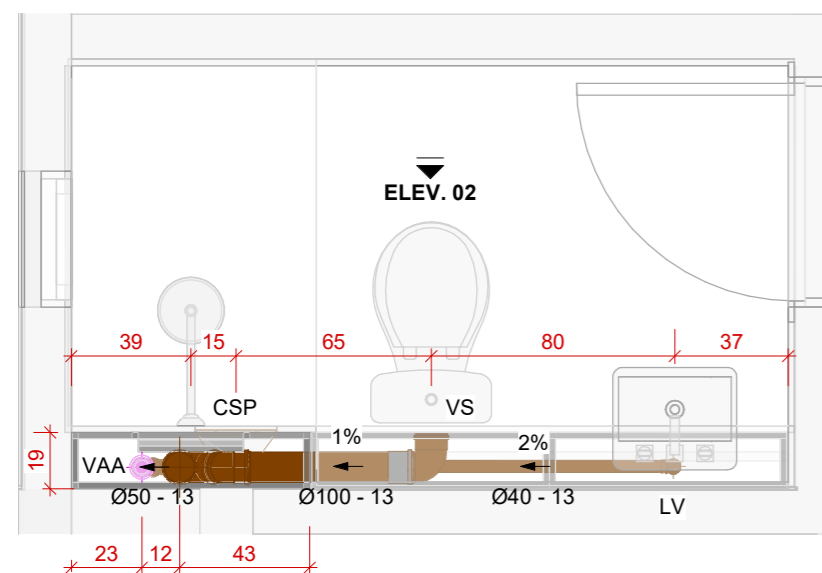
13	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE NORMAL, CONFORME NBR 5688
14	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE REFORÇADA, CONFORME NBR 5688

# LEGENDAS E PEÇAS

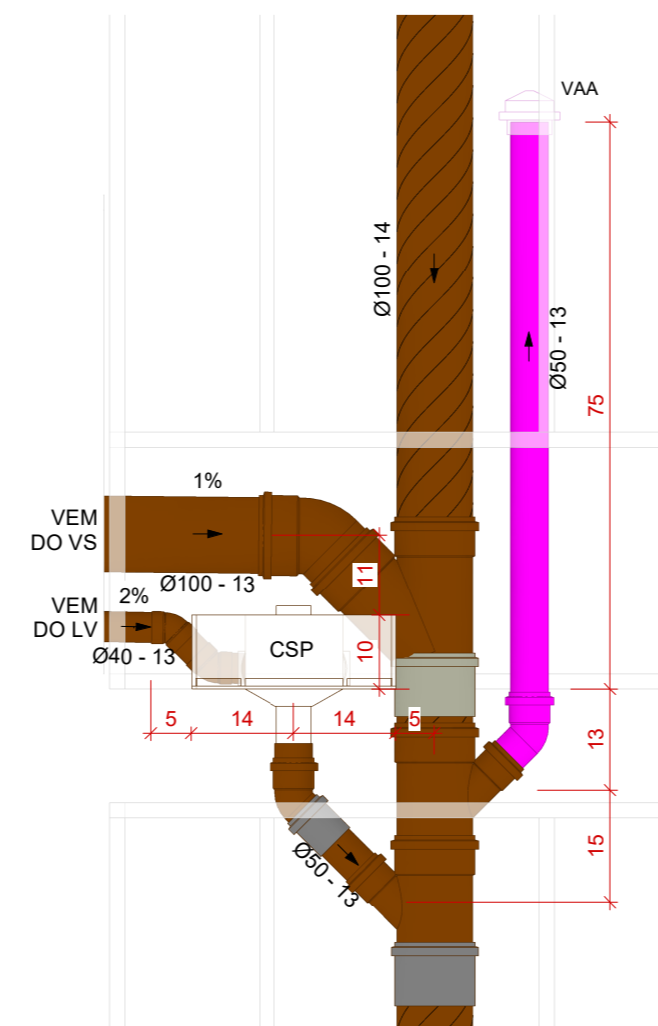
TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO SANITÁRIO	TG	TUBO DE QUEDA GORDURA
AS	TUBO DE QUEDA ÁGUA SERVIDA	TP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CSP	CAIXA SIFONADA DE PAREDE
CS	CAIXA SIFONADA Ø100 mm	VAA	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR   h = 75 cm
LV	LAVATÓRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 80 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 50 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 100mm   h = 19 cm		

# NOTAS

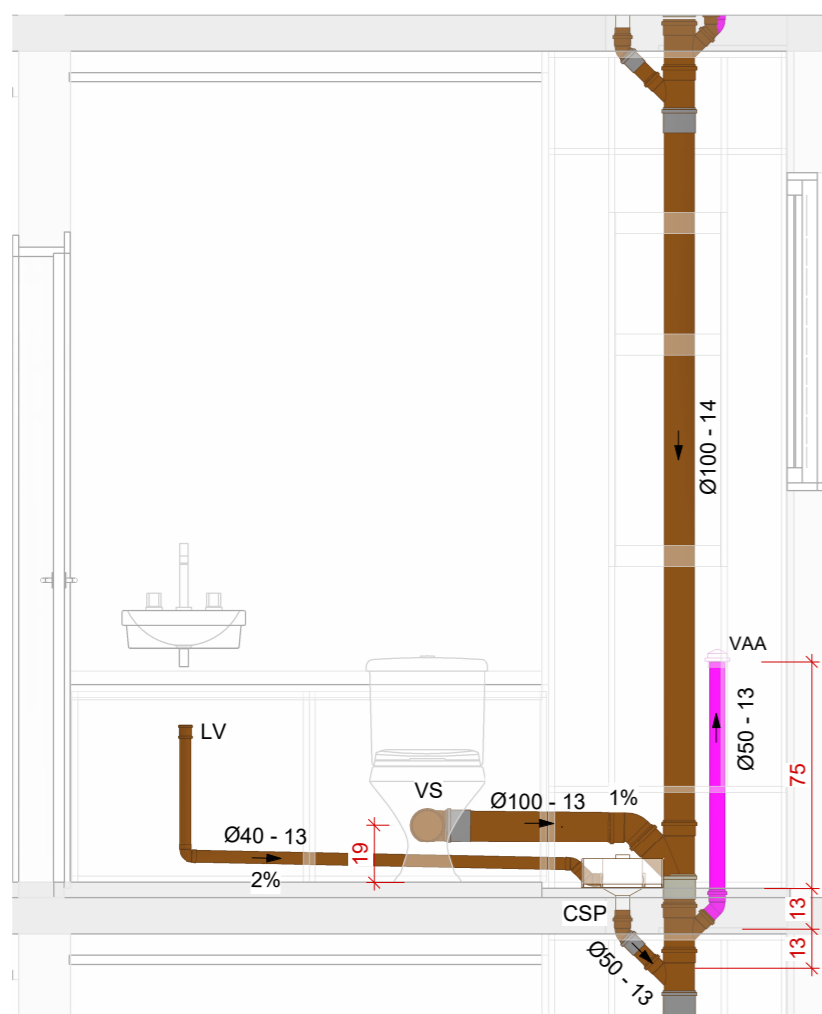
- 1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;
- 2 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm;
- 3 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm;
- 4 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 0,5% PARA TUBULAÇÕES PLUVIAIS DE QUALQUER DIÂMETRO.



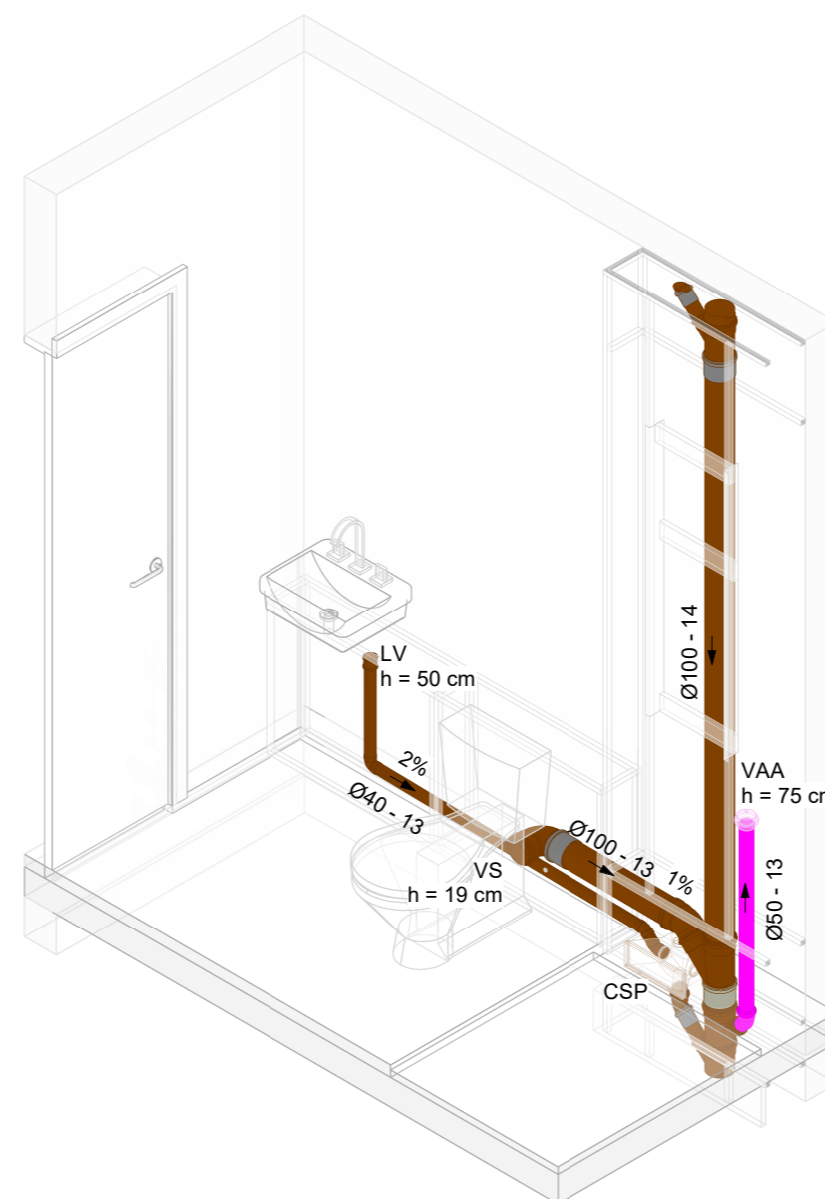
DETALHE SANITÁRIO 02 - BWC 01  
1 : 25



DET. SHAFT BWC



ELEVAÇÃO 02 - BWC 01 - SAN  
1 : 25



PERSPECTIVA 02 - BWC 01 - SAN

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data

**INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina**

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongiorno

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO: \_\_\_\_\_  
 GIOVANNA BONGIORNI - CREA/SC XXXXXX-X

CLIENTE: \_\_\_\_\_  
 CONSTRUTORA B

### PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO SANITÁRIO BWC 01	PRANCHA: 008 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-008-DET-SAN-BWC

## SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ESGOTO SANITÁRIO		TUBULAÇÃO GORDURA
	TUBULAÇÃO ÁGUA SERVIDA		TUBULAÇÃO PLUVIAL
	TUBULAÇÃO VENTILAÇÃO		

## SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		INCLINAÇÃO DA TUBULAÇÃO
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		SIGLA DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		NÚMERO DA PRUMADA
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA		

## MATERIAL TUBULAÇÕES

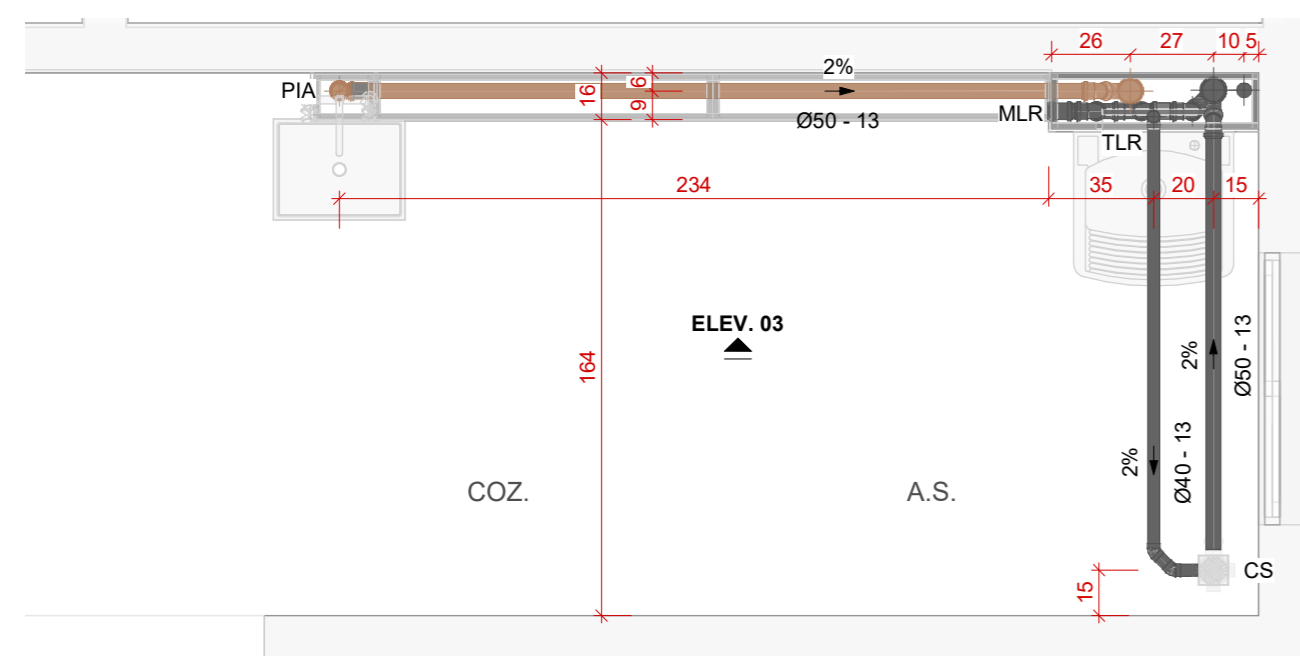
13	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE NORMAL, CONFORME NBR 5688
14	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE REFORÇADA, CONFORME NBR 5688

## LEGENDAS E PEÇAS

TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO SANITÁRIO	TG	TUBO DE QUEDA GORDURA
AS	TUBO DE QUEDA ÁGUA SERVIDA	TP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CSP	CAIXA SIFONADA DE PAREDE
CS	CAIXA SIFONADA Ø100 mm	VAA	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR   h = 75 cm
LV	LAVATÓRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 80 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 50 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 100mm   h = 19 cm		

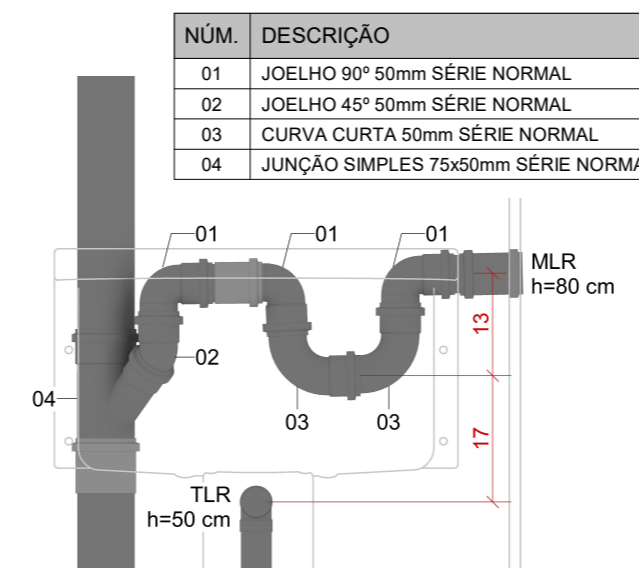
## NOTAS

- 1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;
- 2 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm;
- 3 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm;
- 4 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 0,5% PARA TUBULAÇÕES PLUVIAIS DE QUALQUER DIÂMETRO.

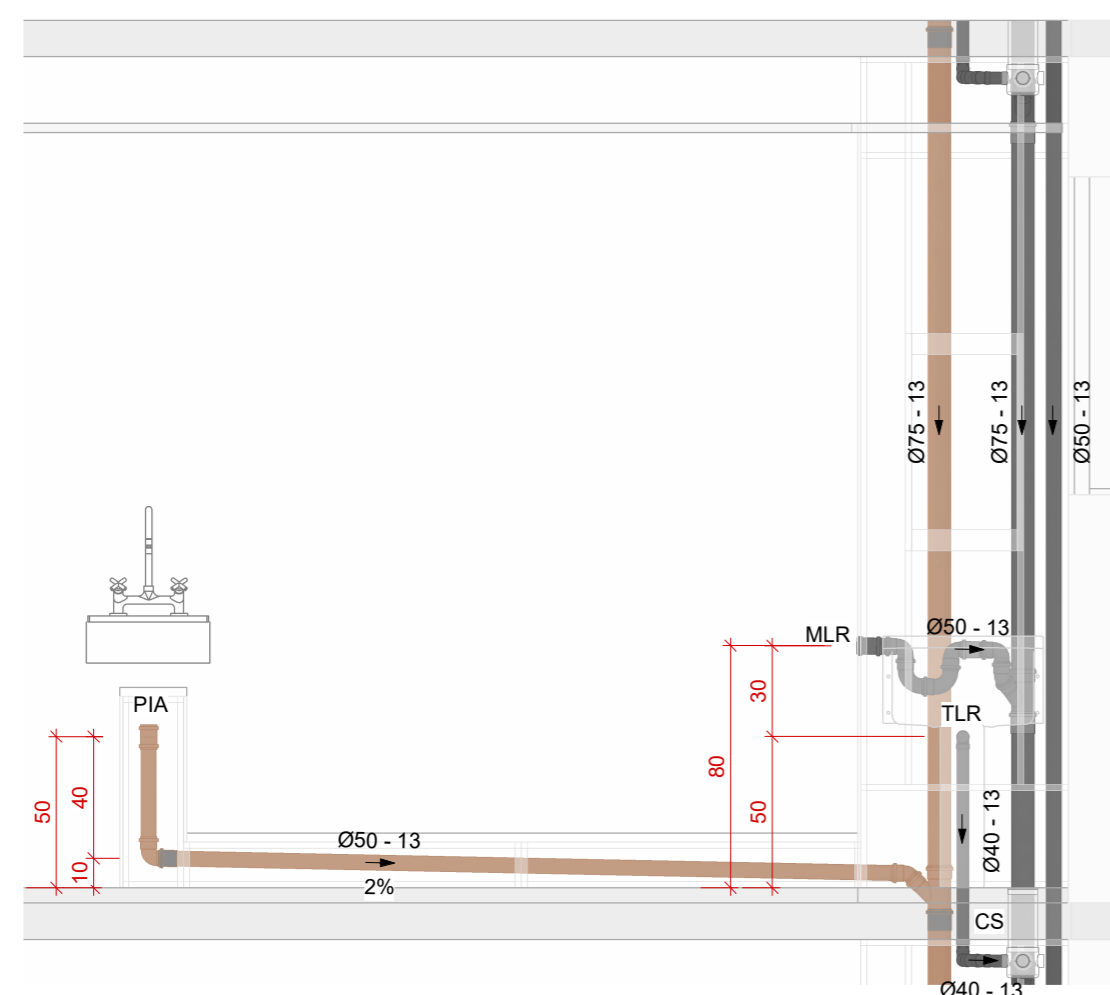


DETALHE SANITÁRIO 03 - COZINHA 02

1 : 25

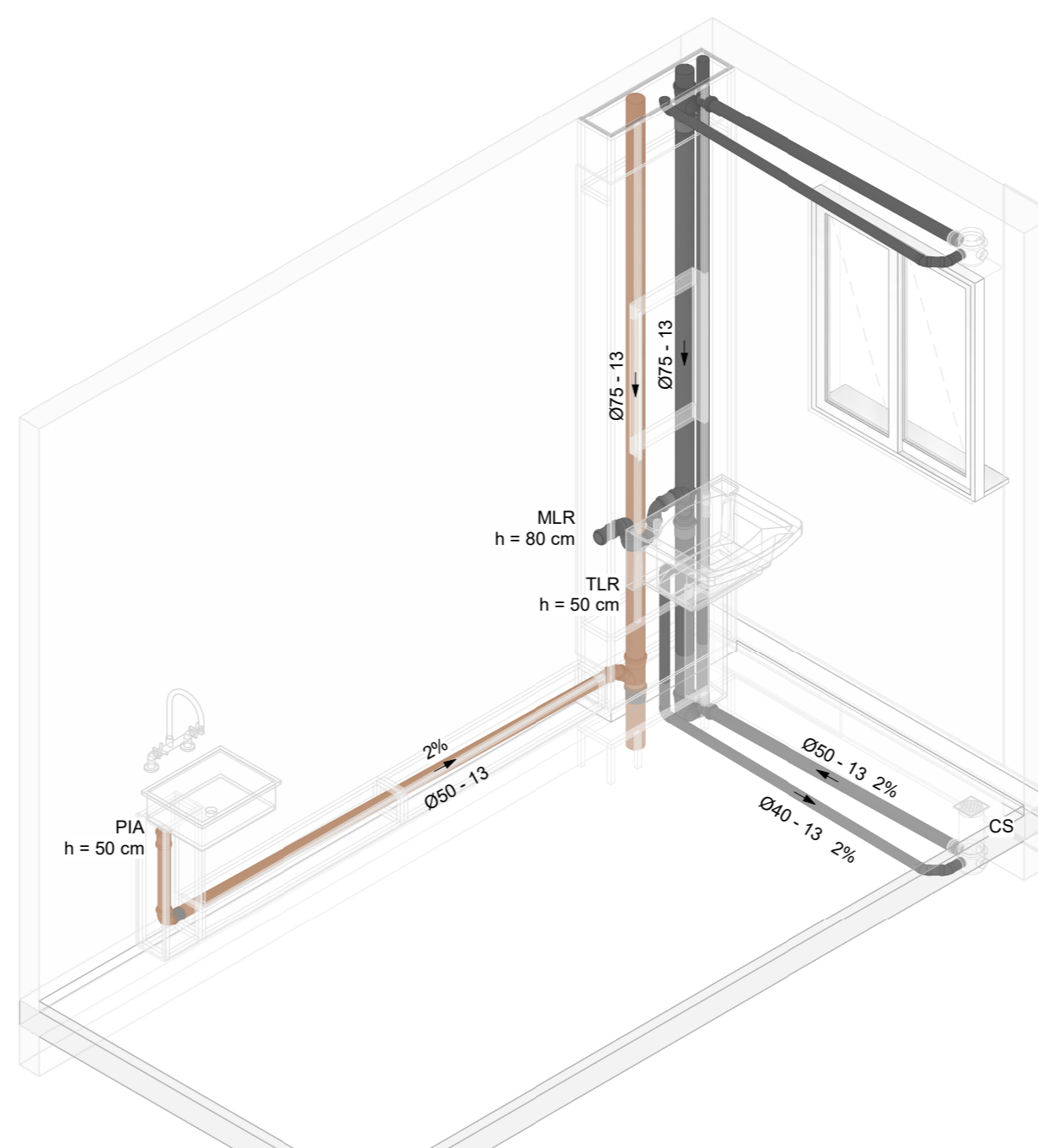


DET. SIFÃO



ELEVAÇÃO 03 - COZINHA 02 - SAN

1 : 25



PERSPECTIVA 03 - COZINHA 02 - SAN

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data

**INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina**

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongiorno

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	_____
CLIENTE:	_____
CONSTRUTORA B	_____

## PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO SANITÁRIO COZINHA 02	PRANCHA: 009 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-009-DET-SAN-COZ

# SISTEMAS

	TUBULAÇÃO ESGOTO SANITÁRIO		TUBULAÇÃO GORDURA
	TUBULAÇÃO ÁGUA SERVIDA		TUBULAÇÃO PLUVIAL
	TUBULAÇÃO VENTILAÇÃO		

# SIMBOLOGIAS

	DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO (mm)		SIGLA DA PRUMADA
	MATERIAL DA TUBULAÇÃO		NÚMERO DA PRUMADA
	SENTIDO DO FLUXO		DIÂMETRO DA PRUMADA (mm)
	INCLINAÇÃO DA TUBULAÇÃO		MARCAÇÃO DE ÁREA AMPLIADA
	MARCAÇÃO DE ELEVAÇÃO		

# MATERIAL TUBULAÇÕES

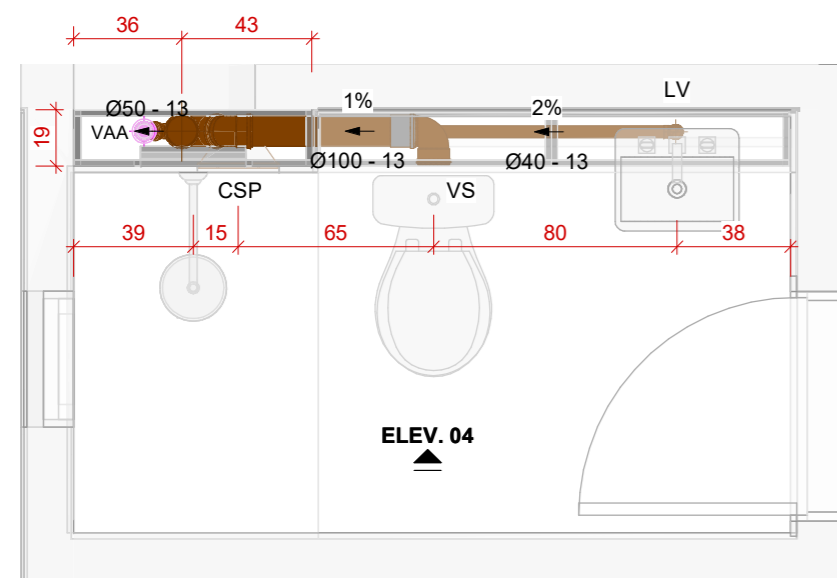
13	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE NORMAL, CONFORME NBR 5688
14	TUBULAÇÃO EM POLICLORETO DE POLIVINILA (PVC), SÉRIE REFORÇADA, CONFORME NBR 5688

# LEGENDAS E PEÇAS

TQ	TUBO DE QUEDA ESGOTO SANITÁRIO	TG	TUBO DE QUEDA GORDURA
AS	TUBO DE QUEDA ÁGUA SERVIDA	TP	TUBO DE QUEDA PLUVIAL
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO	CSP	CAIXA SIFONADA DE PAREDE
CS	CAIXA SIFONADA Ø100 mm	VAA	VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR   h = 75 cm
LV	LAVATÓRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
MLR	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 80 cm		
PIA	PIA DE COZINHA   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 50mm   h = 50 cm		
TLR	TANQUE DE LAVAR ROUPAS   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 40mm   h = 50 cm		
VS	VASO SANITÁRIO   JOELHO 90° SÉRIE NORMAL 100mm   h = 19 cm		

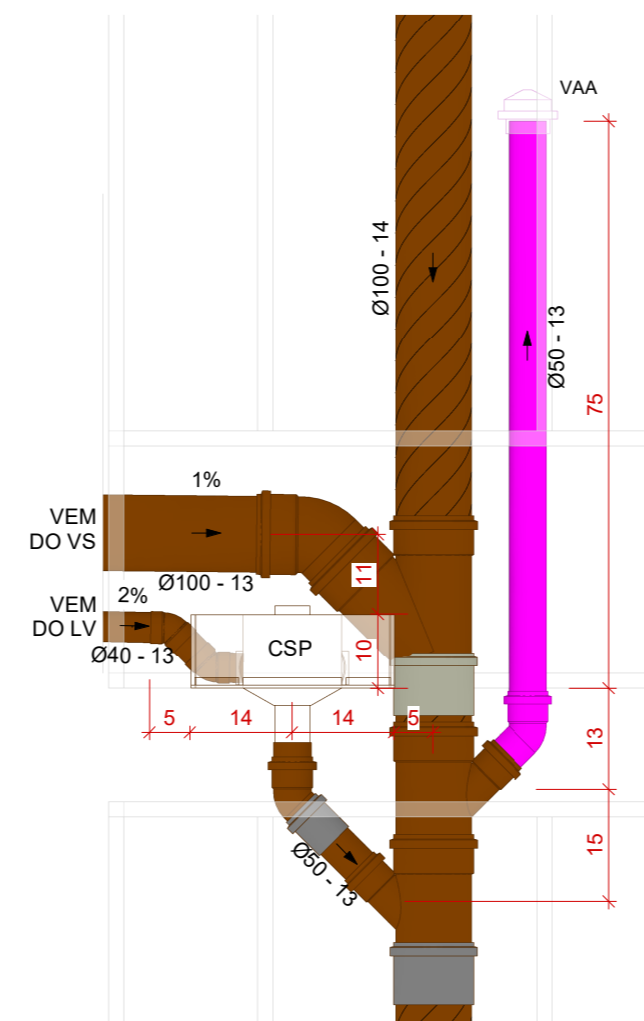
# NOTAS

- 1 - DIÂMETROS ESTÃO EXPRESSOS EM MÍLIMETROS. DEMAIS DIMENSÕES EXPRESSAS EM CENTÍMETROS;
- 2 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 2% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU INFERIOR À 75mm;
- 3 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 1% PARA TUBULAÇÕES COM DIÂMETRO IGUAL OU SUPERIOR À 100mm;
- 4 - DECLIVIDADE MÍNIMA DE 0,5% PARA TUBULAÇÕES PLUVIAIS DE QUALQUER DIÂMETRO.



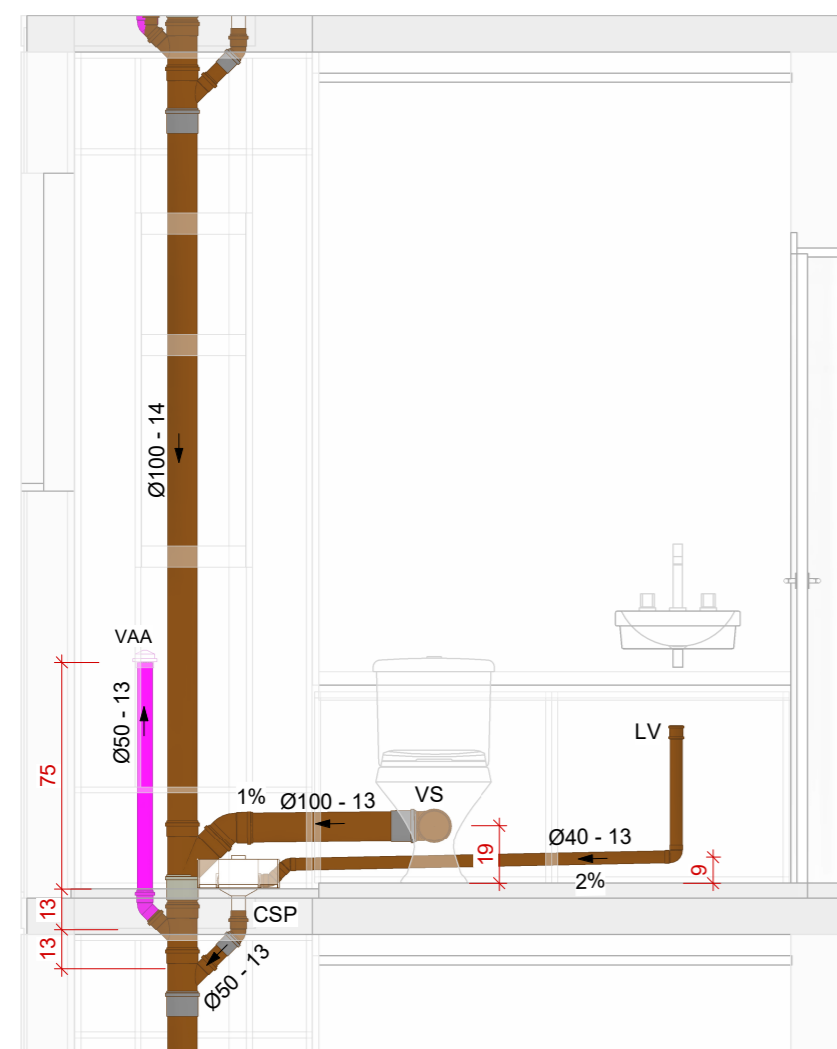
DETALHE SANITÁRIO 04 - BWC 02

1 : 25



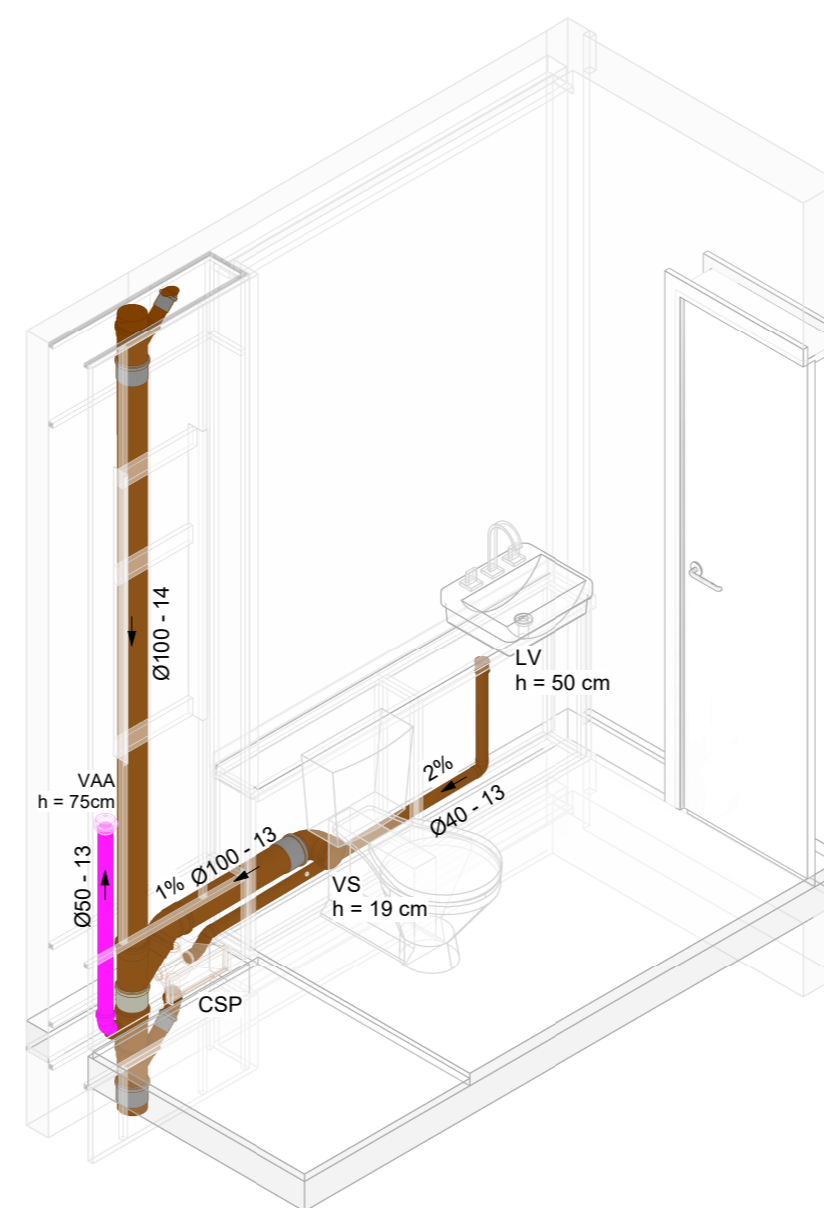
DET. SHAFT BWC

1 : 10



ELEVAÇÃO 04 - BWC 02 - SAN

1 : 25



PERSPECTIVA 04 - BWC 02 - SAN

R00	EMISSÃO INICIAL	07/12/2022
Rev.	Descrição	Data

**INSTITUTO FEDERAL Santa Catarina**

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongiorini

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO:	GIOVANNA BONGIORNI - CREA/SC XXXXXX-X
CLIENTE:	CONSTRUTORA B

## PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

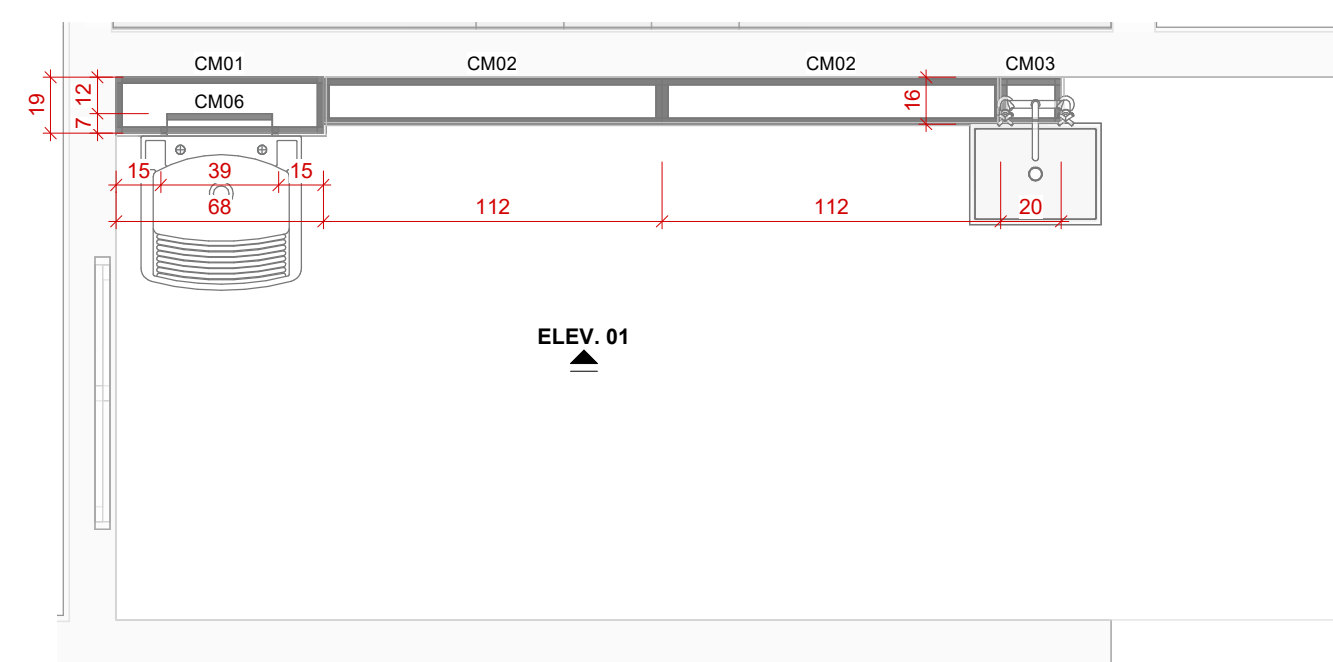
DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO SANITÁRIO BWC 02	PRANCHA: <b>010 / 011</b>
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-010-DET-SAN-BWC

# LEGENDA

CM	CHASSI METÁLICO
----	-----------------

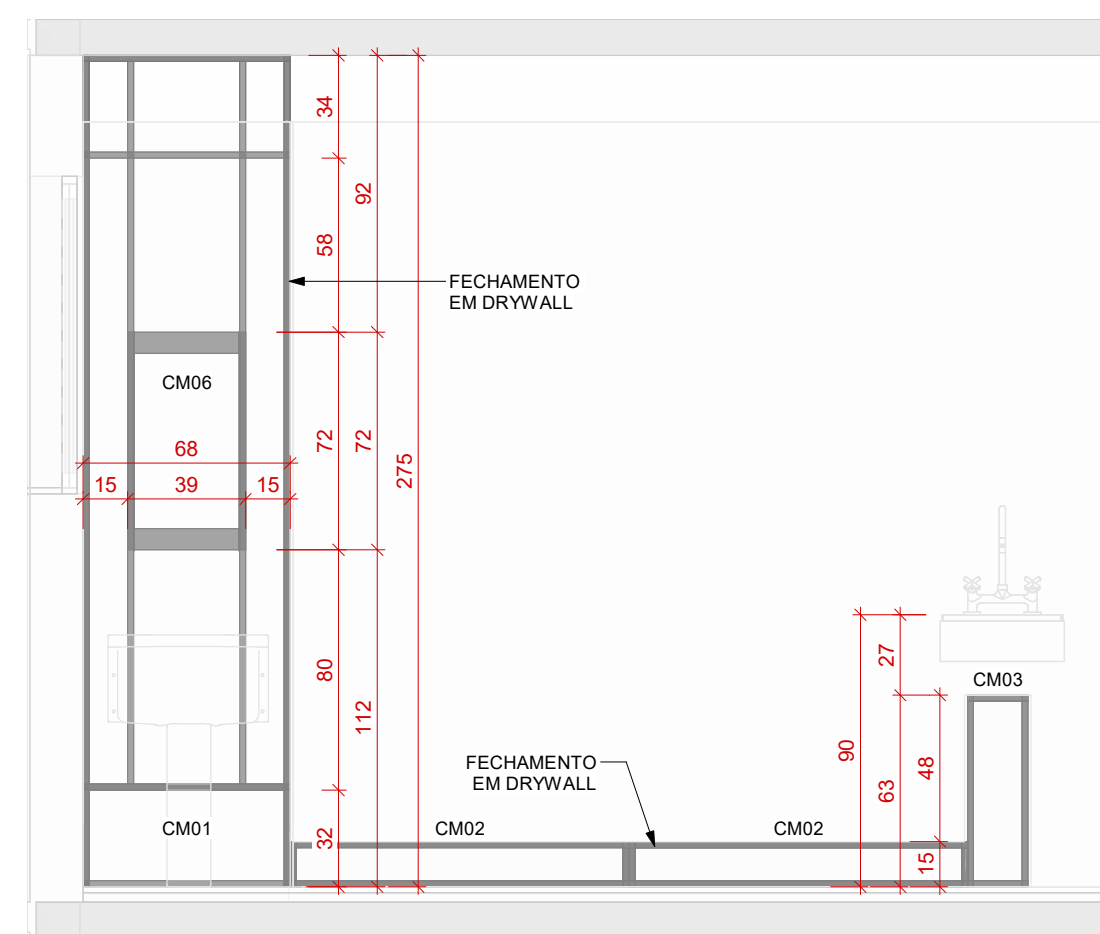
## PEÇAS

CÓD.	DESCRIÇÃO	QTD.
CM01	CHASSI METÁLICO SHAFT COZINHA - 68x19x275 cm	01
CM02	CHASSI METÁLICO BAIXO COZINHA - 112x16x15 cm	02
CM03	CHASSI METÁLICO PIA COZINHA - 20x16x63 cm	01
CM04	CHASSI METÁLICO SHAFT BANHEIRO - 79x19x277 cm	01
CM05	CHASSI METÁLICO MEIA-PAREDE BANHEIRO - 79x19x63 cm	02
CM06	CHASSI METÁLICO REGISTROS COZINHA COM 2 TRAVESSAS - 39x07x72 cm	01
CM07	CHASSI METÁLICO REGISTROS BANHEIRO COM 3 TRAVESSAS - 39x07x117 cm	01



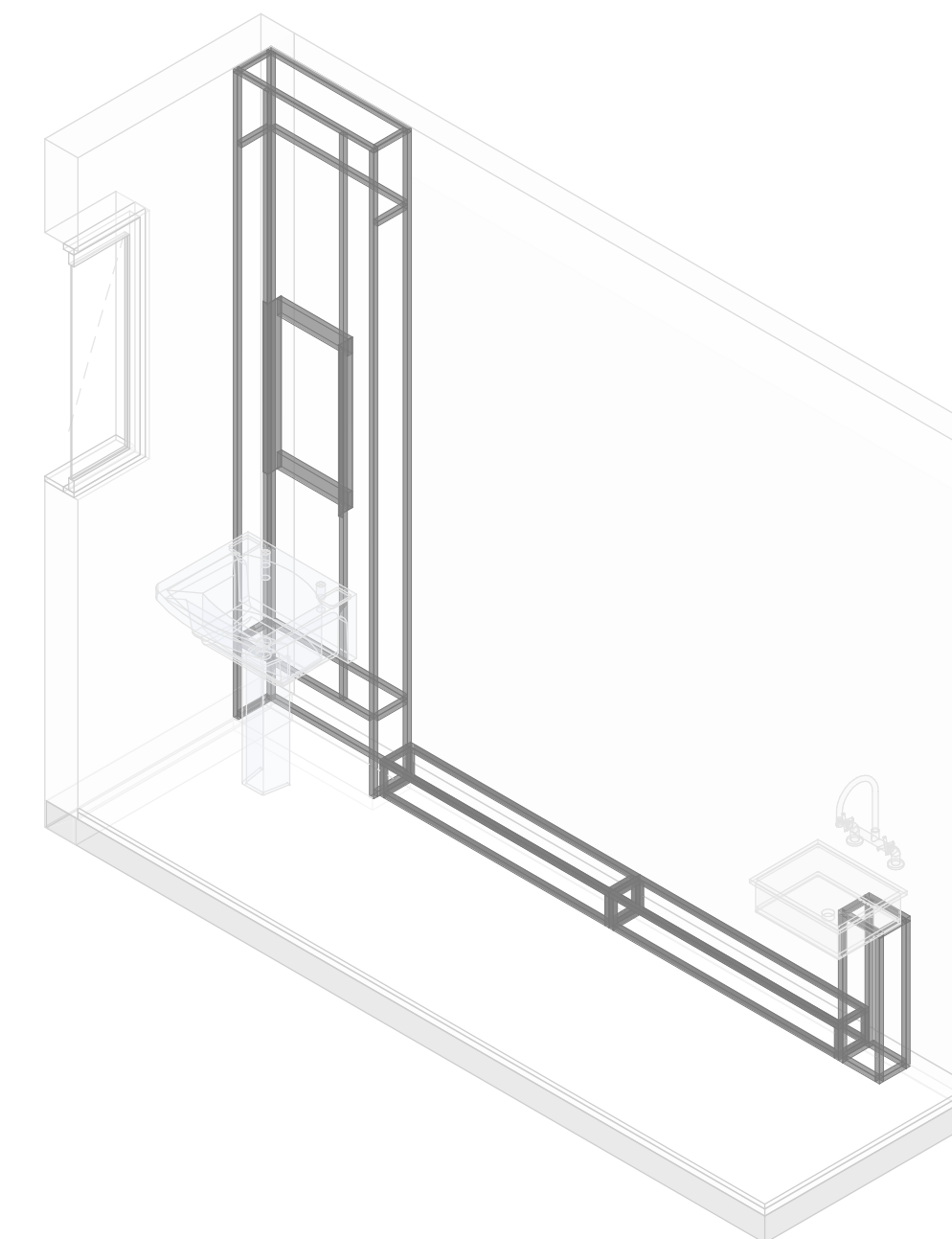
DETALHE CHASSI COZINHA

1 : 25

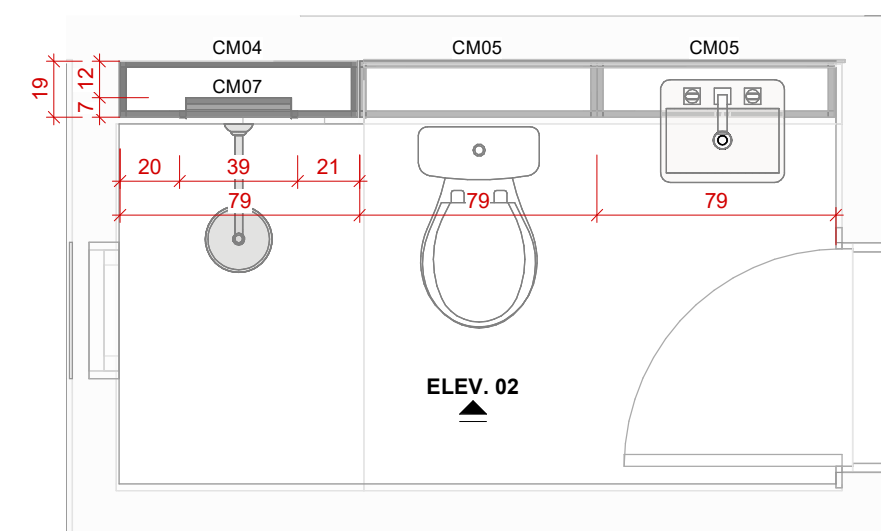


ELEVAÇÃO 01 - CHASSI COZINHA

1 : 25

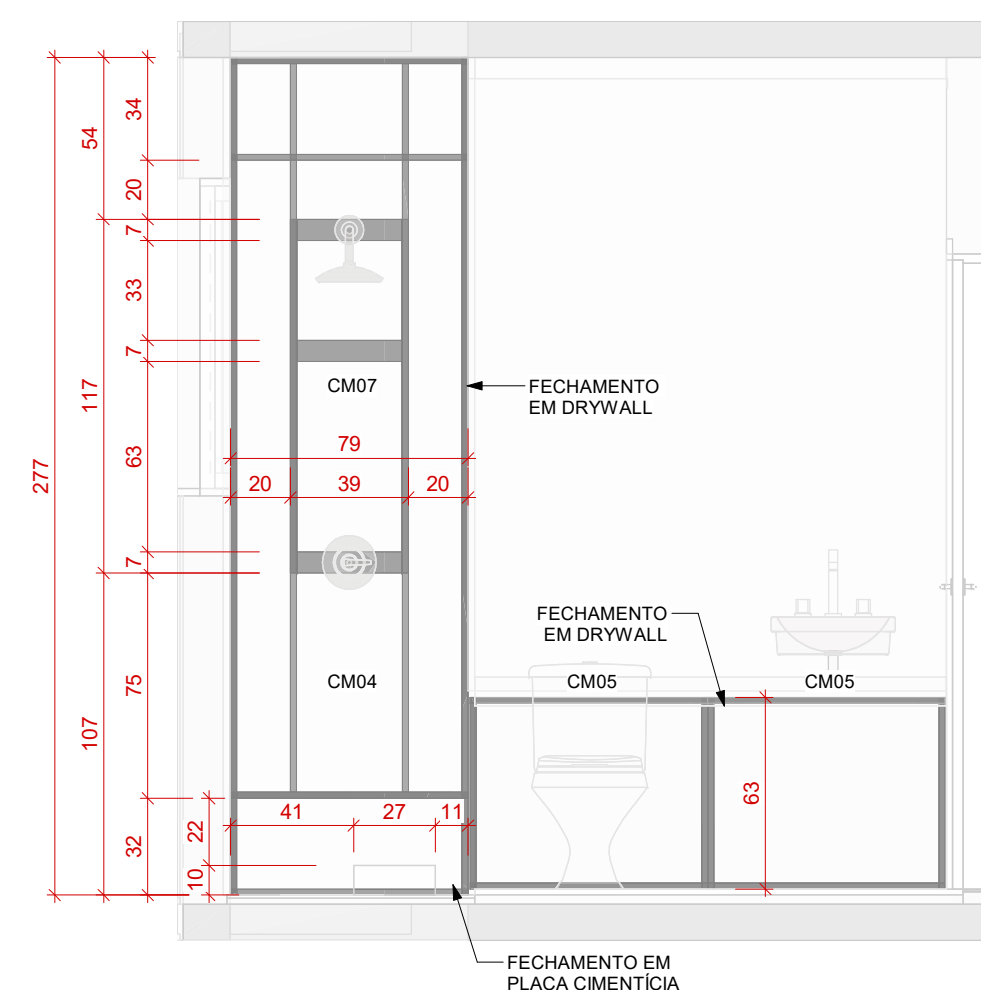


PERSPECTIVA CHASSI COZINHA



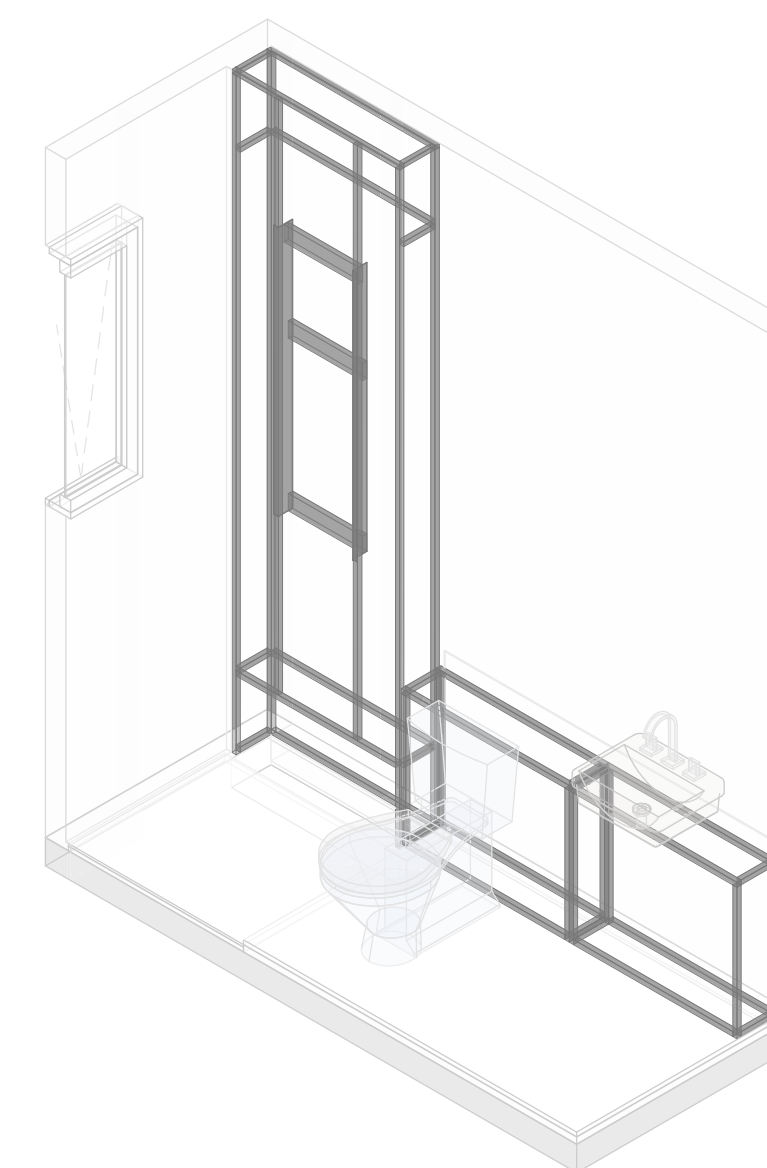
DETALHE CHASSI BWC

1 : 25



ELEVAÇÃO 02 - CHASSI BWC

1 : 25



PERSPECTIVA CHASSI BWC

R00	EMISSÃO INICIAL		07/12/2022
Rev.		Descrição	Data



**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
 DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL - DACC  
 CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA CIVIL  
 Av. Mauro Ramos, 950, Centro - Florianópolis, SC

Projeto elaborado para o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa do Curso Superior em Engenharia Civil do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Engenheira Civil.  
**Orientador:** Samuel João da Silveira, Dr.  
**Autora:** Giovanna Bongiorno

## RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR A

RESPONSÁVEL TÉCNICO: \_\_\_\_\_

GIOVANNA BONGIORNI - CREA/SC XXXXXX-X

CLIENTE: \_\_\_\_\_

CONSTRUTORA B

### PROJETO EXECUTIVO HIDROSSANITÁRIO

DESENHO: GIOVANNA B.	DESCRIÇÃO: DETALHAMENTO CASSIS INDUSTRIALIZADOS	PRANCHA: 011 / 011
DATA: 07/12/2022	ESCALA: CONFORME INDICADO	CÓDIGO: GB-PE-011-DET-CHS-GER

**APÊNDICE B – PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO**

**PLANILHA DE PRESSÃO HIDRÁULICA**

Pav.	Trecho	Diâmetro externo (mm)	Material	Diâmetro interno (mm)	Peso	Vazão (l/s)	Vazão (l/min)	Vazão (l/h)	Vazão (m³/h)	Velocidade (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga		Desnível (m)	Pressão Estática (mca) vazio	Pressão Estática (mca) cheio	
											Real	Eq	Total	Unitária (mca/m)	Total (mca)				
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	
					(Tabela 13)	(Equação 1)	(f) x 60	(f) x 3.600	(f) x 3,6	(Equação 2)		(Tabela 4)	(Equação 4)	(Equação 3)	(Equação 5)		anterior + (q) - (p)	(r) + 1,1 m	
8º PAVIMENTO TIPO	CAIXA - 8A	75	PVC	66,6	160	3,79	-	-	13,66	1,089	11	12,6	23,6	0,0195472	0,4613137	8,5	8,0386863	9,1386863	
	8A - B	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,05	3,1	3,15	0,1080250	0,3402787	0	7,6984076	8,7984076	
	B - C	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,47	1,8	2,27	0,1080250	0,2452167	0	7,4531909	8,5531909	
	C - D	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,12	1,5	1,62	0,1080250	0,1750005	0	7,2781905	8,3781905	
	D - E	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,17	1,5	1,67	0,1080250	0,1804017	0	7,0977888	8,1977888	
	E - F	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	1,08	1,5	2,58	0,1080250	0,2787044	-1,08	5,7390843	6,8390843	
	F - G	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	2,49	1,5	3,99	0,1080250	0,4310196	0	5,3080647	6,4080647	
	G - H	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	3,57	1,5	5,07	0,1080250	0,5476866	0	4,7603781	5,8603781	
	H - I	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	1,89	1,5	3,39	0,1080250	0,3662047	0	4,3941734	5,4941734	
	I - J	25	PVC	21,6	0,7	0,25	-	-	0,90	0,685	7,26	3,1	10,36	0,0354640	0,3674068	0	4,0267666	5,1267666	
										(Tabela 07)		(Tabela 6)		(Figura 16)					
	J - K	25	PEX	20,4	0,7	0,25	15,06	903,59	0,90	0,800	1,71	0,3	2,01	0,04	0,08043	1,46	5,4063366	6,5063366	
	K - L	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34	0,500	0,15	11,74	11,89	0,022	0,26158	0	5,1447566	6,2447566	
L - CH	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34	0,500	1,1	0,29	1,39	0,022	0,03058	-1,1	<b>4,0141766</b>	5,1141766		
1º PAVIMENTO TIPO	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	(q)	(r)	(s)	
	8A - 1A	32	PVC	27,8	10	0,95	-	-	3,42	1,563	20,44	0	20,44	0,1095896	2,2400106	20,44	26,2386756	27,3386756	
	1A - B	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,05	3,1	3,15	0,1080250	0,3402787	0	25,8983970	26,9983970	
	B - C	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,47	1,8	2,27	0,1080250	0,2452167	0	25,6531803	26,7531803	
	C - D	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,12	1,5	1,62	0,1080250	0,1750005	0	25,4781798	26,5781798	
	D - E	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	0,17	1,5	1,67	0,1080250	0,1804017	0	25,2977781	26,3977781	
	E - F	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	1,08	1,5	2,58	0,1080250	0,2787044	-1,08	23,9390737	25,0390737	
	F - G	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	2,49	1,5	3,99	0,1080250	0,4310196	0	23,5080541	24,6080541	
	G - H	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	3,57	1,5	5,07	0,1080250	0,5476866	0	22,9603675	24,0603675	
	H - I	25	PVC	21,6	2,5	0,47	-	-	1,71	1,294	1,89	1,5	3,39	0,1080250	0,3662047	0	22,5941628	23,6941628	
	I - J	25	PVC	21,6	0,7	0,25	-	-	0,90	0,685	7,26	3,1	10,36	0,0354640	0,3674068	0	22,2267560	23,3267560	
										(Tabela 07)		(Tabela 6)		(Figura 16)					
	J - K	25	PEX	20,4	0,7	0,25	15,06	903,59	0,90	0,800	1,71	0,3	2,01	0,04	0,08043	1,46	23,6063260	24,7063260	
K - L	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34	0,500	0,15	11,74	11,89	0,022	0,26158	0	23,3447460	24,4447460		
L - CH	20	PEX	16,2	0,1	0,09	5,69	341,53	0,34	0,500	1,1	0,29	1,39	0,022	0,03058	-1,1	<b>22,2141660</b>	23,3141660		

Valores arbitrados para o trecho da caixa d'água até o ponto 8A.

Valores específicos para o dimensionamento em PEX.

<b>Ponto mais desfavorável:</b>	8º Pav. tipo, chuveiro do apto final 04
<b>Pressão no ponto:</b>	4,0142 mca
<b>Ponto no 1º tipo</b>	1º Pav. tipo, chuveiro do apto final 04
<b>Pressão no ponto:</b>	22,2142 mca

LIMITES NBR 5626	
<b>Pressão no ponto de utilização (mca)</b>	
Mínima NBR	1,0
Mínima Recomendável - Ver	4,0
Máxima NBR	40,0
<b>Velocidade em qualquer ponto do tubo (m/s)</b>	
Máxima NBR	3,0

## 2. DIMENSIONAMENTO DO PROJETO SANITÁRIO

### DIMENSIONAMENTO DE RAMAIS DE ESGOTO

Ambiente	Sistema	Aparelho sanitário	UHC	Diâmetro (mm)
(a)	(b)	(c)	(d) (Tabela 7)	(e) (Tabela 7)
Cozinha	Gordura	PIA	3	50
	Água Servida	MLR	3	50
		TLR	3	40
Banheiro	Esgoto	LV	1	40
		VS	6	100
		CH	2	50

### DIMENSIONAMENTO DOS TUBOS DE QUEDA

Ambiente	Sistema	Aparelho sanitário	UHC	UHC pavimento	Quantidade pavimentos	Total UHC prumada	Diâmetro (mm)
(a)	(b)	(c)	(d) (Tabela 7)	(e)	(f)	(g) (e) x (f)	(h) (Tabela 9)
Cozinha	Gordura	PIA	3	3	8	24	75
	Água Servida 01	MLR	3	6	6	36	75
		TLR	3				
	Água Servida 02	MLR	3	6	2	12	50
		TLR	3				
	Banheiro	Esgoto	LV	1	9	8	72
VS			6				
CH			2				

### DIMENSIONAMENTO VÁLVULA DE ADMISSÃO DE AR (VAA)

Ambiente	Sistema	Aparelho sanitário	DU (L/s)	$\Sigma$ DU	Fator de frequência (k)	Q <sub>ww</sub> (L/s)	Q <sub>a</sub> (L/s)	Ø VAA (mm)
(a)	(b)	(c)	(d) (Tabela 10)	(e)	(f) (Tabela 11)	(g) (Equação 6)	(h) (Equação 7)	(i)
Banheiro	Ventilação	LV	0,3	3,6	0,5	0,9487	1,8974	50
		VS	2					
		CH	1,3					

**APÊNDICE C – PLANILHA DE QUANTITATIVOS DE TUBULAÇÕES E  
ACESSÓRIOS**

**QUANTITATIVO 01 - HIDRÁULICO - POR APARTAMENTO**

ITENS	COMPRIMENTO (m)	QUANTIDADE (un.)
<b>APTOS TIPO (x4)</b>		
<b>HID   ÁGUA FRIA</b>		
Tubo Soldável Marrom - 25 mm	11,82	
Tubo PEX Monocamada - 20 mm	6,99	
Tubo PEX Monocamada - 25 mm	4,05	
Joelho 90° Soldável 25mm		1
Base Registro de Gaveta Ø1/2"		1
Base Registro de Gaveta Ø3/4"		2
Conector Fixo Fêmea Roscável PEX 20 x 1/2"		2
Conexão Macho Roscável PEX 25 x 3/4"		4
Joelho Fêmea Base Fixa PEX 20 x 1/2"		3
Luva Soldável e com Bucha de Latão 25 x 3/4"		2
Tê Soldável 25mm		1
Joelho PEX 20mm		2
Tê PEX 20mm		1
Tê de redução PEX 25 x 20 x 25mm		2
União de redução PEX 25 x 20mm		2

**QUANTITATIVO 02 - SANITÁRIO - POR APARTAMENTO**

ITENS	COMPRIMENTO (m)	QUANTIDADE (un.)
<b>APTOS TIPO (x4)</b>		
<b>SAN   ÁGUAS SERVIDAS</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	2,2	
Tubo Série Normal - 50 mm	4,52	
Tubo Série Normal - 75 mm	2,78	
Luva de Correr 50mm		1
Luva Simples 50mm		1
Caixa sifonada Ø100 - Grelha e porta grelha quadradas		1
Curva 90° Curta 50mm		2
Joelho 45° 40mm		2
Joelho 45° 50mm		2
Joelho 90° 40mm		2
Joelho 90° 50mm		3
Junção Simples 75 x 50mm		2
Luva Simples 75mm		2
<b>SAN   ESGOTO</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	1,72	
Tubo Série Normal - 50 mm	0,21	
Tubo Série Normal - 100 mm	0,6	
Tubo Série Reforçada - 100 mm	2,43	
Luva Simples 50mm		1
Joelho 45° 40mm		2
Joelho 45° 50mm		1
Joelho 90° 40mm		1
Luva Simples 100mm		3
Joelho 45° 100mm		1
Joelho 90° 100mm		1
Junção Simples 100 x 50mm		2
Junção Simples 100 x 100mm		1
Luva de Correr 40mm		1
Caixa Sifonada de parede		1
<b>SAN   VENTILAÇÃO</b>		
Tubo Série Normal - 50 mm	0,79	
Joelho 45° 50mm		1
Válvula de admissoão de ar - 50mm		1
<b>SAN   GORDURA</b>		
Tubo Série Normal - 50 mm	2,84	
Tubo Série Normal - 75 mm	2,78	
Luva de Correr 50mm		1
Luva Simples 50mm		1
Joelho 45° 50mm		1
Joelho 90° 50mm		1
Junção Simples 75 x 50mm		1

**QUANTITATIVO 03 - HIDRÁULICO - POR PAVIMENTO TIPO**

ITENS	COMPRIMENTO (m)	QUANTIDADE (un.)
<b>CIRCULAÇÃO</b>		
<b>HID   ÁGUA FRIA</b>		
Tubo Soldável Marrom - 25 mm	20,28	
Joelho 90° Soldável 25mm		24
Registro Esfera VS Compacto Roscável 3/4"		4
Tê de Redução Soldável 50x25mm		4
Hidrômetro Multijato 3/4"		4
<b>APTOS TIPO</b>		
<b>HID   ÁGUA FRIA</b>		
Tubo Soldável Marrom - 25 mm	47,28	
Tubo PEX Monocamada - 20 mm	27,96	
Tubo PEX Monocamada - 25 mm	16,2	
Joelho 90° Soldável 25mm		4
Base Registro de Gaveta Ø1/2"		4
Base Registro de Gaveta Ø3/4"		8
Conector Fixo Fêmea Roscável PEX 20 x 1/2"		8
Conexão Macho Roscável PEX 25 x 3/4"		16
Joelho Fêmea Base Fixa PEX 20 x 1/2"		12
Luva Soldável e com Bucha de Latão 25 x 3/4"		8
Tê Soldável 25mm		4
Joelho PEX 20mm		8
Tê PEX 20mm		4
Tê de redução PEX 25 x 20 x 25mm		8
União de redução PEX 25 x 20mm		8

**QUANTITATIVO 04 - SANITÁRIO - POR PAVIMENTO TIPO**

ITENS	COMPRIMENTO (m)	QUANTIDADE (un.)
<b>APTOS TIPO</b>		
<b>SAN   ÁGUAS SERVIDAS</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	8,8	
Tubo Série Normal - 50 mm	18,08	
Tubo Série Normal - 75 mm	11,12	
Luva de Correr 50mm		4
Luva Simples 50mm		4
Caixa sifonada Ø100 - Grelha e porta grelha quadradas		4
Curva 90° Curta 50mm		8
Joelho 45° 40mm		8
Joelho 45° 50mm		8
Joelho 90° 40mm		8
Joelho 90° 50mm		12
Junção Simples 75 x 50mm		8
Luva Simples 75mm		8
<b>SAN   ESGOTO</b>		
Tubo Série Normal - 40 mm	6,88	
Tubo Série Normal - 50 mm	0,84	
Tubo Série Normal - 100 mm	2,4	
Tubo Série Reforçada - 100 mm	9,72	
Luva Simples 50mm		4
Joelho 45° 40mm		8
Joelho 45° 50mm		4
Joelho 90° 40mm		4
Luva Simples 100mm		12
Joelho 45° 100mm		4
Joelho 90° 100mm		4
Junção Simples 100 x 50mm		8
Junção Simples 100 x 100mm		4
Luva de Correr 40mm		4
Caixa Sifonada de parede		4
<b>SAN   VENTILAÇÃO</b>		
Tubo Série Normal - 50 mm	3,16	
Joelho 45° 50mm		4
Válvula de admissoão de ar - 50mm		4
<b>SAN   GORDURA</b>		
Tubo Série Normal - 50 mm	11,36	
Tubo Série Normal - 75 mm	11,12	
Luva de Correr 50mm		4
Luva Simples 50mm		4
Joelho 45° 50mm		4
Joelho 90° 50mm		4
Junção Simples 75 x 50mm		4