

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**Gabriela Fiabane da Rosa**

**ADAPTAÇÃO DE SISTEMA DE MEDIÇÃO COLETIVA DE ÁGUA PARA  
SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL  
EXISTENTE UTILIZANDO BIM**

Porto Alegre

Maio de 2021

**GABRIELA FIABANE DA ROSA**

**ADAPTAÇÃO DE SISTEMA DE MEDIÇÃO COLETIVA DE ÁGUA PARA  
SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL  
EXISTENTE UTILIZANDO BIM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientador: Juan Martín Bravo

Porto Alegre

Maio de 2021

**GABRIELA FIABANE DA ROSA**

**ADAPTAÇÃO DE SISTEMA DE MEDIÇÃO COLETIVA DE ÁGUA PARA  
SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL  
EXISTENTE UTILIZANDO BIM**

Porto Alegre, maio de 202

Prof. Juan Martín Bravo  
Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS  
Orientador

**BANCA EXAMINADORA**

**Eng. Catia Raquel Gil Fraga Knies (PUC-RS)**  
Engenheira Civil pela PUC-RS  
**Prof. Professor Gino Roberto Gehling (UFRGS)**  
Doutor em Engenharia pela Universitat Politecnica de Catalunya, Espanha  
**Prof. Juan Martín Bravo (UFRGS)**  
Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS

Dedico este trabalho a minha família, que sempre me apoiou e me incentivou a alcançar meus objetivos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família pela dedicação, ensinamentos e suporte e por me fornecer todas as condições para cursar Engenharia Civil na UFRGS. Agradeço a minha mãe, Nadia, pelo apoio infinito durante a minha graduação, ao meu pai, Cezar, pelo incentivo constante e a minha irmã, Sofia, por ter deixado essa etapa mais leve. Agradeço ao meu namorado, Denis, pelo suporte e pela parceria durante toda a graduação. Cada um de vocês está no meu coração.

Agradeço aos amigos e à família que de perto ou de longe sempre estiveram na torcida, e que vibram comigo o final dessa etapa. Vocês foram essenciais nessa trajetória.

Agradeço ao meu orientador, professor Juan, por toda a dedicação no desenvolvimento desse trabalho e que, mesmo em momentos de pandemia, me deu todo o suporte intelectual para realiza-lo. Agradeço aos componentes da banca avaliadora por terem aceito o convite e por contribuir com este trabalho.

Agradeço também a CRK Engenharia por ter me dado a oportunidade de iniciar minha vida profissional e a CM Engenharia por toda a evolução de aprendizado e conhecimento adquirido.

## RESUMO

A utilização consciente dos recursos hídricos aliada a necessidade de redução de despesas é uma prática muito almejada nos dias de hoje. No caso das edificações multifamiliares uma alternativa para um maior controle do uso da água está no tipo de medição empregado nas instalações hidráulicas. A utilização de sistemas de medição coletiva de água era uma prática comum até a promulgação da Lei Federal 13.312, em 2016, que torna obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais.

A medição coletiva de água consiste em um único hidrômetro na entrada do edifício que mede o volume total de água utilizado por todas unidades habitacionais. A divisão dos custos é feita de forma subjetiva ponderando pela área dos apartamentos ou de forma igualitária entre os apartamentos, resultando em uma cobrança muitas vezes, injusta. A medição individualizada consiste na implantação de um hidrômetro para cada unidade habitacional que resolve esse problema e ainda apresenta redução do volume de água consumido, como comprovado por diferentes autores ao redor do mundo.

O trabalho desenvolvido teve o objetivo de desenvolver um projeto para transformar o sistema de medição coletiva de água de um edifício existente em um sistema de medição individualizada. A fim de melhorar a visualização dos elementos e de compatibilizar o novo projeto com a configuração do edifício existente, foi empregado o uso da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*).

Foi possível definir um projeto tecnicamente viável, com implementação de hidrômetros individuais por pavimento, e ramais de distribuição percorrendo os corredores, evitando a interferência com elementos estruturais. Foram ainda anuladas as colunas existentes do sistema com medição coletivas, mas foram aproveitados os ramais e sub-ramais dentro dos aptos, minimizando as interferências dentro de cada apartamento.

Palavras-chave: Instalações Hidráulicas. Medição Coletiva. Medição Individualizada. Sistema Predial de Água Fria. Projeto de Adaptação.

## ABSTRACT

The conscious use of water resources combined with the need of expenses reductions is a desire nowadays. Considering multi-family buildings, an alternative for greater control of water use is the type of measurement used in the hydraulic installations. The use of collective water measurement systems was a common practice until the publication of the Federal Law 13,312 in 2016, which makes the individual measurement of water consumption mandatory in new buildings.

The collective water measurement consists of a single hydrometer at the entrance of the building that measures the total volume of water used by all housing units. The total cost is divided equally between the apartments, resulting in an unfair charge. In the individual measurement every unit have a hydrometer, so, this problem doesn't happened anymore and this system also presents reduction in the volume of water consumed, as proven by different authors all over the world.

This work aims to develop a project to transform the collective water measurement system of an existing building into an individualized measurement system. In order to improve the visualization of the elements and to make the new project compatible with the existing building configuration, BIM (*Building Information Modeling*) technology was used.

It was possible to execute a technically feasible project by adding individual hydrometers on ever floor and water pipes across the hallways avoiding interference with structural elements. The existing water columns from the collective water measurement system were deactivated, but the original pipes inside the apartments were used, minimizing the interferences inside each apartment.

Key words: Hydraulic installations. Collective Measurement. Individual Measurement. Cold Water Installation. Adaptation Project

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Ramal predial de abastecimento de água.....	15
Figura 2 - Esquema vertical de distribuição de água.....	17
Figura 3 - Esquema de distribuição de água de um edifício residencial com sistema de medição coletiva.....	21
Figura 4 - Esquema de distribuição de água de um edifício residencial com sistema de medição individualizada.....	22
Figura 5 - Sistema de medição individualizada com medidores posicionados nos pavimentos tipo.....	23
Figura 6 - Sistema de medição individualizada com medidores posicionados no térreo.....	24
Figura 7- Sistema de medição individualizada com medidores posicionados no último pavimento.....	25
Figura 8 - Sistema de medição individualizada com medidores intermediários, abastecidos por colunas exclusivas.....	26
Figura 9 - Medidor individual instalado na CAF que alimenta o banheiro.....	30
Figura 10 - Individualização da medição coletiva através do aproveitamento do barrilete.....	31
Figura 11 - Modelo arquitetônico do edifício estudado.....	37
Figura 12 - Perspectiva do pavimento tipo do edifício estudado.....	38
Figura 13 - Esquema de distribuição de água existente no edifício estudado.....	39
Figura 14 - Pavimento tipo e distribuição de água original.....	40
Figura 15 - Traçado da tubulação de água no apartamento final 04 do pavimento tipo.....	40
Figura 16 - Forro interrompido por vigas no edifício estudado.....	42
Figura 17 - Perspectiva do traçado da nova tubulação na circulação do pavimento tipo.....	43
Figura 18 - Hall do elevador no edifício estudado.....	45
Figura 19 - Posicionamento dos hidrômetros no hall do elevador (2º ao 7º pavimentos).....	45
Figura 20 - Detalhe do reservatório superior com sistema de pressurização.....	48
Figura 21 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização.....	50
Figura 22 - Opções de hidrômetros unijato disponibilizados pelo fabricante.....	54
Figura 23 - Gráfico da perda de carga do hidrômetro que alimenta os apartamentos com finais 02, 03, 05 e 06.....	55
Figura 24 - Gráfico da perda de carga do hidrômetro que alimenta os apartamentos com finais 01 e 04.....	55

Figura 25 - Valor da vazão máxima ( $Q_{\text{máx}}$ ) em hidrômetros.....	56
Figura 26 - Curva do sistema e curva da bomba .....	59
Figura 27 - Pressurizador Scala1, Grunfos.....	60
Figura 28 - Reservatório superior com indicação dos diâmetros nominais.....	62
Figura 29 - Área comum do 8º pavimento com indicação dos diâmetros nominais .....	63
Figura 30 - Área comum do 2º ao 7º pavimentos com indicação dos diâmetros nominais.....	63
Figura 31 - Planta baixa com indicação dos diâmetros nominais no apartamento mais crítico	65
Figura 32 - Vista isométrica com indicação dos diâmetros da tubulação no apartamento mais crítico .....	65

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Determinação da perda de carga do hidrômetro.....	54
Tabela 2 - Vazões e altura manométrica para elaboração da curva do sistema para os Pontos Críticos A e B.....	58

## LISTA DE SIGLAS

ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

ANA - Agência Nacional de Água

BIM - *Building Information Modeling*

CAF - Coluna de Água Fria

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção

CBMRS - Corpo de Bombeiros Militar do Rio Grande do Sul

DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgotos

DN - Diâmetro Nominal

FAO - *Food and Agriculture Organization*

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

MC - Medição Coletiva

MI - Medição Individualizada

NBR - Norma Brasileira

PPCI - plano de prevenção e proteção contra incêndio

PVC - policloroetano

SPAFAQ - Sistemas Prediais de Água Fria e Água Quente

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>DIRETRIZES DA PESQUISA</b> .....	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO .....	13
2.2	ESCOPO .....	13
2.3	PRESSUPOSTO .....	13
2.4	LIMITAÇÕES .....	13
<b>3</b>	<b>SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E QUENTE</b> .....	<b>14</b>
3.1	COMPONENTES DO SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA.....	14
<b>3.1.1</b>	<b>Ramal predial</b> .....	<b>14</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Hidrômetro de entrada</b> .....	<b>15</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Alimentador predial</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Sistema de recalque de água</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Reservatórios</b> .....	<b>16</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Esquema vertical</b> .....	<b>17</b>
3.2	SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA .....	18
<b>3.2.1</b>	<b>Sistema direto de distribuição</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Sistema indireto de distribuição</b> .....	<b>18</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Sistema misto de distribuição</b> .....	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES</b> .	<b>20</b>
4.1	MEDIÇÃO COLETIVA .....	20
4.2	MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA .....	21
<b>4.2.1</b>	<b>Posicionamento dos medidores</b> .....	<b>22</b>
4.3	COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE MEDIÇÃO COLETIVA E INDIVIDUAL .....	26
<b>5</b>	<b>INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO COLETIVA</b> .....	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>LEGISLAÇÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>BIM</b> .....	<b>34</b>
<b>8</b>	<b>EDIFICAÇÃO ESTUDADA</b> .....	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>PROJETO</b> .....	<b>41</b>
9.1	DEFINIÇÃO DO TRAÇADO E COMPONENTES PRINCIPAIS.....	41
9.2	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUA.....	48
9.3	DIMENSIONAMENTO E ESCOLHA DO HIDRÔMETRO .....	52

9.4	DIMENSIONAMENTO E ESCOLHA DO SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO .....	57
9.5	RESULTADOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO .....	61
<b>10</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>66</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>67</b>
	<b>APÊDICE A – PROJETO HIDRÁULICO ORIGINAL DO EDIFÍCIO ESTUDADO ..</b>	<b>70</b>
	<b>APÊDICE B – COMPRIMENTOS EQUIVALENTES DA TUBULAÇÃO .....</b>	<b>73</b>
	<b>APÊDICE C – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA E</b>	
	<b>QUENTE PARA INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO .....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊDICE D – PROJETO HIDRÁULICO DO EDIFÍCIO ESTUDADO APÓS</b>	
	<b>INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO .....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

É evidente a importância da água para vida no planeta e hoje muito se discute sobre a escassez desse recurso natural. A água é essencial na garantia do equilíbrio ambiental e no desenvolvimento socioeconômico da população. Segundo Victorino (2007) o problema da escassez de água é resultado de um aumento populacional desenfreado somado ao seu uso irracional. Esses dois fatores impõem pressões cada vez mais intensas sobre o meio ambiente. Apesar da taxa de crescimento mundial estar em constante declínio, ela é positiva, ou seja, a população continua a aumentar a cada ano. Aliado a isso, a expectativa de vida é constantemente elevada motivada pelos avanços na medicina, pelo saneamento ambiental e pela maior preocupação com a saúde. Sendo assim, o crescimento do número de habitantes é e continuará sendo uma realidade por muitos anos.

Para minimizar a escassez de água, portanto, é necessário focar no uso racional desse recurso natural. A nível global, algumas alternativas para fomentar a redução do consumo envolvem incentivo a coleta da água da chuva, reutilização de águas servidas, campanhas de conscientização entre outros. No caso da agricultura, setor que consome 72% dos recursos hídricos do Brasil de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), é necessário incentivar a democratização de tecnologias que permitam economia desse recurso, porque, segundo o Fundo das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) cerca de 60% do volume utilizado para irrigação é perdido por desperdício. O setor industrial, responsável por 7% do consumo, já vem desenvolvendo agendas que contribuem para redução dos problemas enfrentados devido à escassez desse bem.

O setor urbano consome 9% dos recursos hídricos brasileiros e, a fim de diminuir o volume demandado, Oliveira (1999) aponta diversas opções tecnológicas que contribuem para a redução e controle de água, como verificações e manutenções de vazamentos tanto na rede pública como dentro das edificações, implementação de sistema de medição individualizada do consumo e incentivo fiscal para aquisição de componentes economizadores. Considerando que a maior parte da água do sistema público de distribuição é para uso residencial, é relevante buscar medidas para a redução do consumo nos sistemas prediais. No âmbito da construção civil uma alternativa altamente eficaz para a redução do consumo é a individualização do sistema de medição de água. Yamada et al. (2010, pg. 1) enquadra essa medida como uma ação indireta de intervenção em metodologias para economia desse recurso, tanto para o usuário como para o edifício.

A medição individualizada consiste na implementação de medidores individuais para cada unidade autônoma de um edifício, de forma que a leitura do consumo seja feita individualmente. Essa prática traz transparência ao processo porque a cobrança é proporcional ao consumo de água de cada unidade. Enquanto a medição coletiva incentiva a população a consumir de acordo com suas necessidades, sem se preocupar com o seu consumo individual real, na medição individualizada o usuário passa a adquirir uma consciência ambiental e econômica antes inexistente.

Em contrapartida, antigamente o sistema de medição que prevalecia nos edifícios residenciais era o coletivo. Esse sistema era popularmente adotado porque é mais simples e apresenta menor valor de implementação. Além disso, até então a água era tida como um recurso inesgotável, fato que reduzia custos e eliminava qualquer preocupação com o volume utilizado. Essa prática da implementação de medição coletiva reflete até hoje porque grande parte dos edifícios residenciais ainda apresenta esse tipo de medição. Entretanto, a partir da promulgação da Lei federal nº 13.312, em 2016 esse cenário começa a mudar. Hoje é exigido que todos os novos edifícios apresentem medição individualizada do consumo hídrico.

Sabendo das inúmeras vantagens que a medição individualizada apresenta sobre a medição coletiva, edifícios antigos procuram adaptar seus sistemas de medição em busca da redução de consumo e maior justiça na cobrança da água. Essa transformação de um sistema para o outro representa um desafio porque envolve grandes mudanças no sistema de água existente, bem como readequação da configuração predial atual.

Para auxiliar o processo de adaptação é pertinente fazer uso da tecnologia BIM (*Building Information Modeling*). Além da maior clareza na visualização em 3D, a implementação dessa tecnologia durante a fase de projeto imprime maior quantidade de detalhes aos elementos desenvolvidos, bem como gera interação entre todos os projetos e permite uma compatibilização mais eficaz. Essa tecnologia favorece a identificação da interseção do novo sistema de água com a rede existente, ampliando o aproveitamento das tubulações presentes no edifício. Além disso, é de extrema importância para identificar as limitações impostas pela arquitetura e estrutura do edifício, bem como todas as outras disciplinas encontradas na edificação.

## **2 DIRETRIZES DA PESQUISA**

As diretrizes para desenvolvimento do trabalho são descritas nos itens a seguir.

### **2.1 OBJETIVO**

O objetivo do trabalho foi adaptar o sistema de medição coletiva de água de uma edificação multifamiliar existente para um sistema de medição individualizada utilizando ferramentas BIM no desenvolvimento do projeto.

### **2.2 ESCOPO**

Neste trabalho foi desenvolvido um projeto de adaptação de medição coletiva para medição individualizada em um edifício multifamiliar residencial que relatava necessidade de maior justiça no pagamento da água. Buscou-se aproveitar ao máximo o sistema de água já existente e foi levada em consideração a configuração do edifício, para minimizar ou eliminar interferências com estrutura e arquitetura. O projeto foi desenvolvido com base na normas e leis atuais.

### **2.3 PRESSUPOSTO**

Como pressuposto desta pesquisa, são consideradas válidas as orientações da NBR 5626/2020 e NBR 5626/1998 bem como seus procedimentos e orientações na elaboração dos projetos necessários.

### **2.4 LIMITAÇÕES**

O trabalho limita-se a desenvolver um projeto de individualização de hidromedição utilizando parte das instalações hidrossanitárias existentes. O projeto limita-se à competência de instalações de água fria e de água quente, não sendo estendido para os âmbitos estrutural, elétrico, arquitetônico entre outros. A complexidade da solução encontrada é consequência das instalações já existentes no edifício, bem como da arquitetura e da estrutura do edifício.

### **3 SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E QUENTE**

De Carvalho Júnior (2014, p.17) define o sistema de instalação predial de água fria como: “[...] conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento dos aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.”.

Hoje, a norma que rege o projeto, a execução, a operação e a manutenção dos sistemas prediais de água fria e água quente é a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020), que atualiza a versão anterior depois de 22 anos de uso.

#### **3.1 COMPONENTES DO SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA**

Os componentes do sistema predial de água fria variam conforme o tipo de sistema de distribuição de água e de sistema de medição de vazão. Serão apresentados a seguir os principais componentes de um sistema predial de água fria.

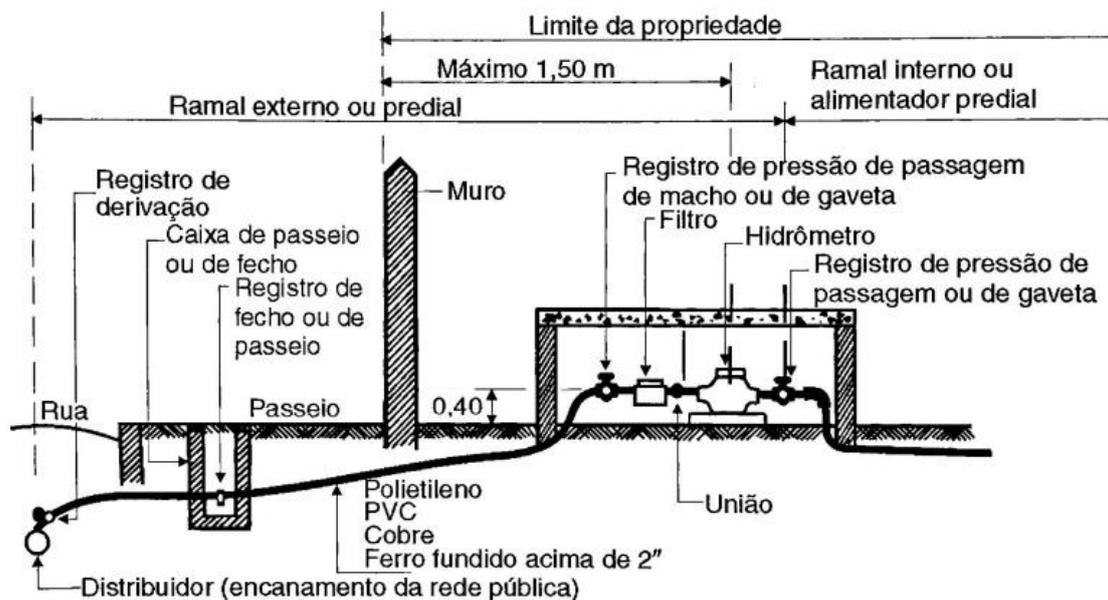
##### **3.1.1 Ramal predial**

O abastecimento de água de edifícios é feito através de um ramal predial que deriva de uma tubulação de distribuição pública, conforme apresenta Macintyre (2013). O autor define que ramal externo ou predial propriamente dito é o trecho da tubulação compreendido entre o distribuidor público e o medidor de água. O ramal interno ou alimentador predial é definido como o trecho de tubulação que se estende a partir do aparelho medidor até a torneira boia à entrada de um reservatório.

A ligação do ramal predial à rede pública é feita através da instalação de um tê na própria rede pública. O ramal deve ser provido de um registro de derivação. No passeio é instalado um registro de fecho para que não seja necessário entrar na propriedade privada caso o fornecimento de água precise ser interrompido pela concessionária.

A figura 1 apresenta um esquema detalhado de um ramal de abastecimento de água.

Figura 1- Ramal predial de abastecimento de água



(fonte: MACINTYRE, 2013, p.02)

### 3.1.2 Hidrômetro de entrada

De Carvalho Júnior (2014, p. 27) afirma que “De maneira geral, todo sistema público que fornece água exige a colocação de um medidor de consumo, chamado “hidrômetro”. ” O hidrômetro é alocado em um compartimento de alvenaria ou concreto, o cavalete, que segue as especificações da concessionária do município. O medidor deve ser equipado com um registro de gaveta no ramal predial e outro no alimentador predial. O autor adiciona que a localização do hidrômetro de entrada é definida pela arquitetura e deve ser acessível para a leitura realizada pelas concessionárias. A função do hidrômetro de entrada é medir o consumo global de água da edificação.

#### 4.1.2.1 Tipos de Hidrômetros

Macintyre (2013, p.3-4) declara que os hidrômetros comumente empregados nas instalações prediais são hidrômetros volumétricos e taquiométricos e define cada um deles como:

**Hidrômetros volumétricos.** Usados geralmente para pequenas descargas. Baseiam-se na medição direta do número de vezes que uma câmara de volume conhecido é enchida e esvaziada pela ação de um êmbolo dotado de movimento alternativo ou de um disco rotativo de forma especial, ou, ainda, de um disco oscilante. Exigem água sem

detritos ou substâncias estranhas, o que constitui um óbice para sua utilização sem o emprego de filtros.

Hidrômetros taquimétricos (de velocidade). Baseiam-se na dependência que exige entre a descarga e a velocidade de rotação do eixo de um rotor dotado de palhetas ou de molinete (hélice axial) colocado numa câmara de distribuição. Essa dependência é traduzida por um coeficiente obtido experimentalmente. Geralmente, são mais simples, de construção mais fácil, menor custo que os volumétricos e, por isso mesmo, mais empregados.

### **3.1.3 Alimentador predial**

O alimentador predial é o trecho que se estende do hidrômetro de entrada até o reservatório. (DE CARVALHO JÚNIOR, 2014).

### **3.1.4 Sistema de recalque de água**

A norma vigente de instalações de água fria, NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020), define o sistema de recalque como “conjunto de componentes destinado a bombear a água de um reservatório inferior para um reservatório superior”. A norma exige que os sistemas de possuam no mínimo duas bombas com funcionamento independente entre si, para que o abastecimento seja assegurado em caso de falha ou desativação de uma delas para manutenção. Além disso, é necessário que as bombas do sistema de recalque sejam projetadas para ter alternância automática entre partidas consecutivas de forma que a água presente nas tubulações seja sempre renovada.

### **3.1.5 Reservatórios**

De Carvalho Júnior (2014) acredita que os reservatórios domiciliares são soluções para evitar a falta de água, que pode ocorrer devido às falhas existentes na rede pública e no sistema de abastecimento.

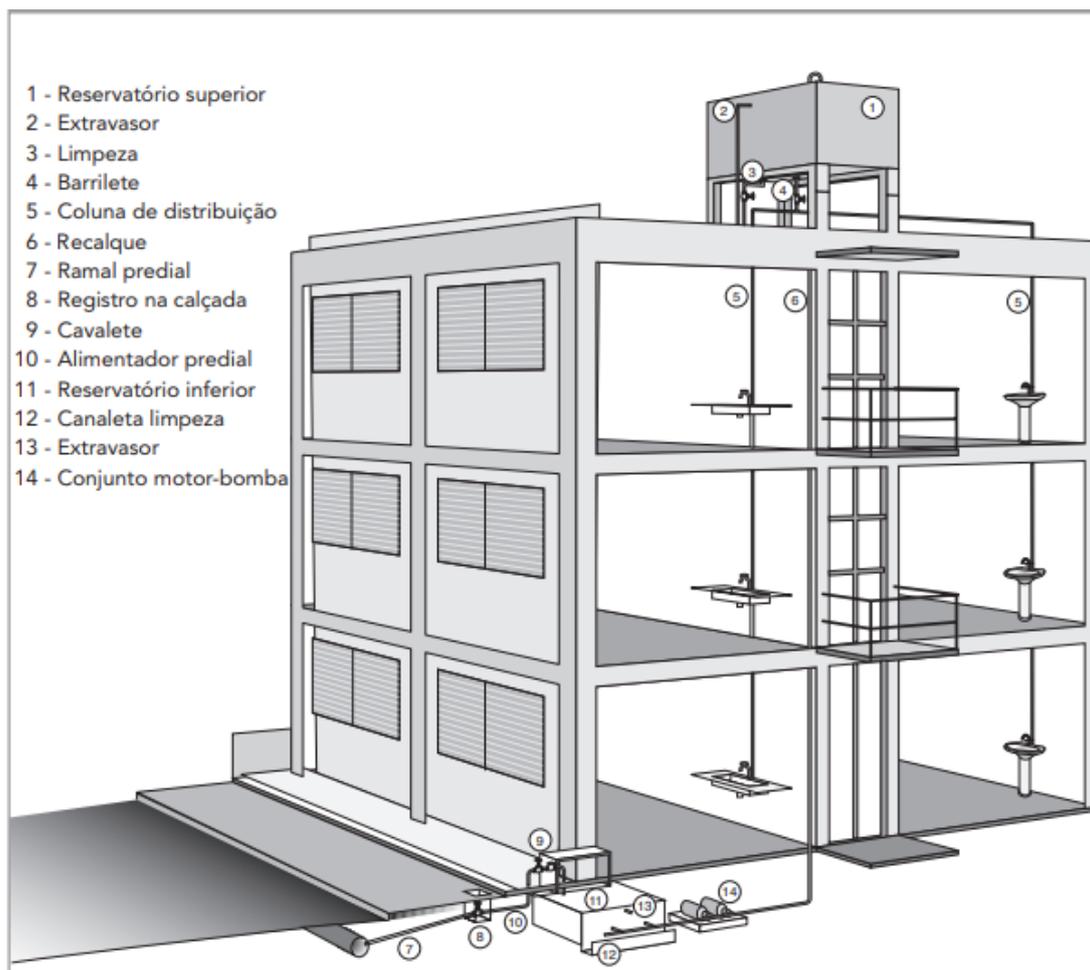
Quanto as características dos reservatórios, a 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) aponta a necessidade da divisão em dois ou mais compartimentos, de forma a permitir manutenções sem que haja interrupção na distribuição de água para o edifício.

### 3.1.6 Esquema vertical

A figura 2 apresenta um esquema vertical de distribuição de água que inclui os principais componentes do sistema predial de água fria. A classificação dos sistemas de distribuição predial influencia diretamente nos componentes encontrados no sistema. Esse tema é abordado no item 3.2. O sistema de distribuição de água apresentado na imagem é classificado como indireto com bombeamento, essa classificação é descrita no item 3.2.2.

Na figura, a partir da tubulação de distribuição pública, a água é conduzida através do ramal predial até o hidrômetro de entrada. Após, segue até o reservatório inferior e dele é bombeada através do sistema de recalque até o reservatório superior. A tubulação que sai do reservatório superior é disposta horizontalmente formando o barrilete e a partir dele são distribuídas as colunas de água fria.

Figura 2 - Esquema vertical de distribuição de água



(fonte: DE CARVALHO JÚNIOR, 2014, p. 35)

## 3.2 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Macintyre (2013) classifica os sistemas de abastecimento e distribuição em sistema direto, sistema indireto e sistema misto. Essa classificação baseia-se na existência ou não de uma separação entre a rede pública e a rede interna da edificação.

### 3.2.1 Sistema direto de distribuição

De Carvalho Júnior (2014, p.24) define que “A alimentação de rede predial de distribuição é feita diretamente da rede pública de abastecimento. Nesse caso não existe necessidade de reservatório domiciliar, e a distribuição é realizada de forma ascendente.”.

Segundo Macintyre (2013), essa modalidade necessita que o abastecimento proveniente da rede pública seja contínuo, abundante e que apresente pressão suficiente porque não há reservatório na edificação. Dessa forma a rede interna torna-se uma extensão da rede pública.

De Carvalho Júnior (2014) defende que apesar do baixo custo de instalação que o sistema oferece, se houver qualquer problema que ocasione a interrupção no fornecimento de água no sistema público, a edificação ficará sem água.

### 3.2.2 Sistema indireto de distribuição

De Carvalho Júnior (2014) afirma que o sistema indireto de distribuição, ao adotar reservatórios de acumulação, minimizam-se problemas causados por intermitências ou irregularidades no abastecimento de água e pelas variações de pressões da rede pública.

A divisão da distribuição indireta de água em: sem recalque, com recalque e hidropneumática é feita por Macintyre (2013), sendo cada tipo definido a seguir. A distribuição indireta sem recalque é adotada quando houver pressão suficiente da rede pública para a alimentação do reservatório superior da edificação, enquanto que a distribuição indireta com recalque é adotada quando a pressão da rede pública não é suficiente. Dessa forma, é necessário prever um reservatório inferior, alimentado pela rede pública, de onde a água é recalçada, por meio de bombas, para o reservatório superior. A distribuição indireta hidropneumática dispensa o reservatório superior e a distribuição é ascendente, a partir de um reservatório onde a água fica pressurizada.

### **3.2.3 Sistema misto de distribuição**

Segundo Macintyre (2013, p.07), o sistema misto de distribuição “[...] trata-se de uma combinação de dois sistemas mencionado, por exemplo, o direto e o indireto, isto é, uma parte da instalação é ligada à rede pública, enquanto outra é ligada ao reservatório predial.”. De Carvalho Júnior (2014) acredita que esse sistema é o mais usual e vantajoso, já que alguns pontos de utilização situados no térreo podem ser alimentados diretamente pela rede pública.

## **4 MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES**

Os métodos existentes de medição do consumo de água são dois: medição coletiva (MC) e medição individualizada (MI). Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens, mas a partir da promulgação da Lei Federal nº 13.312 de junho de 2016 (Brasil, 2016), que exige medição individualizada nas novas edificações, é evidente a sua superioridade sobre a medição coletiva. A seguir serão apresentadas definições e características de cada método de medição de consumo de água.

### **4.1 MEDIÇÃO COLETIVA**

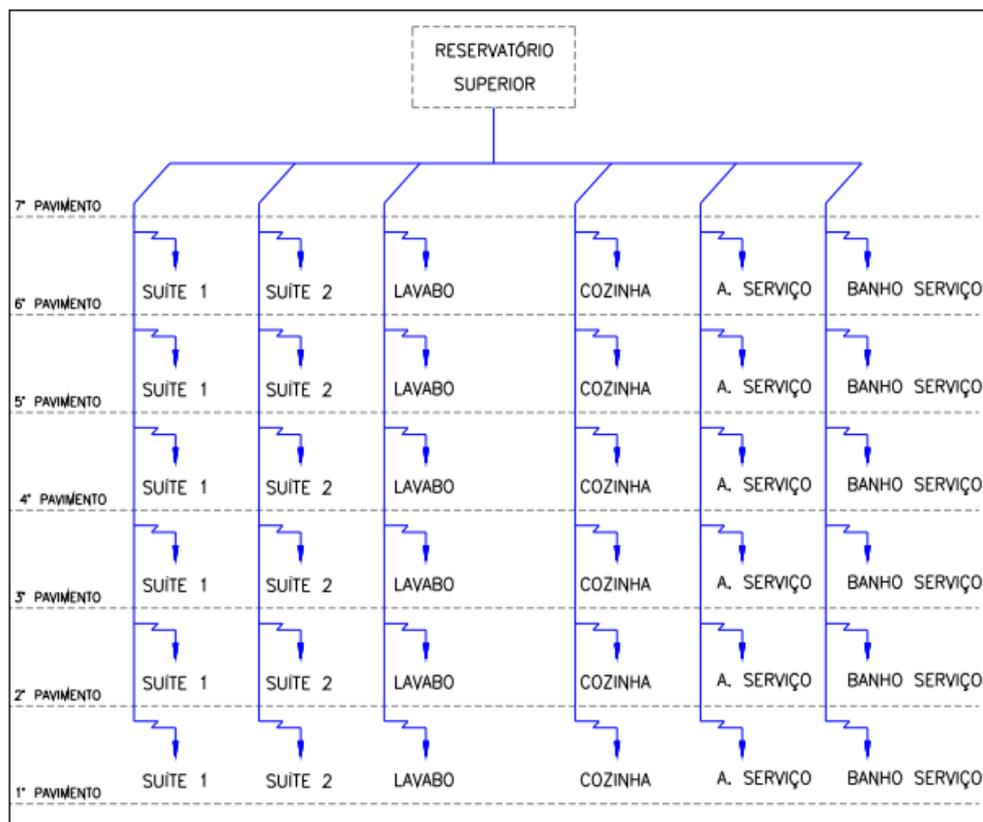
A medição coletiva, também conhecida como medição tradicional, é feita através de um hidrômetro de entrada, que mede o volume global do consumo de água distribuído aos moradores e às áreas condominiais ao longo do mês. A leitura aferida mensalmente é de responsabilidade da concessionária e o valor é dividido igualmente entre as unidades autônomas ou de forma proporcional ao número de ocupantes estimados através do número de dormitórios ou da área da unidade. (CARVALHO, 2010).

O autor também explica que depois de passar pelo hidrômetro, a água segue para os sistemas de reservação da edificação e, após a saída do reservatório superior, passa pelo barrilete. O barrilete é o conjunto de tubulações horizontais localizadas entre os reservatórios superiores e as colunas de distribuição. Através dele, são distribuídas colunas de água fria (CAF) pela edificação.

Normalmente, cada área hidráulica dos apartamentos recebe uma coluna de água fria da qual deriva um ramal para abastecimento. Assim, o trecho de tubulação horizontal limita-se ao barrilete, não sendo necessário trechos horizontais nos pavimentos tipo e nem internamente nos apartamentos.

A figura 3 apresenta um esquema vertical de distribuição de água em um edifício residencial genérico com sistema de medição coletiva. Nesse esquema pode-se observar que existe um apartamento por andar que apresenta duas suítes, lavabo, cozinha, área de serviço e banho de serviço e cada uma dessas áreas hidráulicas são abastecidas por uma CAF distinta.

Figura 3 - Esquema de distribuição de água de um edifício residencial com sistema de medição coletiva.



(fonte: CARVALHO, 2010, p. 10)

## 4.2 MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

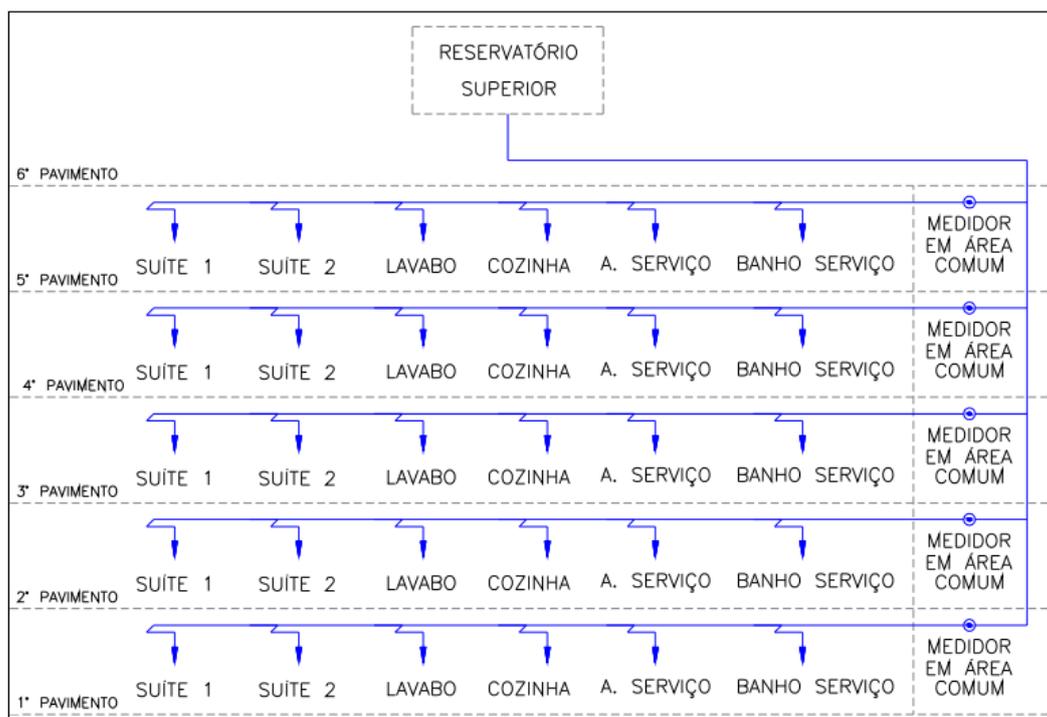
Nos sistemas de medição individualizada são empregados hidrômetros individuais para cada unidade autônoma, além do hidrômetro de entrada. Ferraro (2013) salienta que esse tipo de medição elimina a necessidade de aproximação do consumo das unidades, que normalmente é feito através da divisão levando em consideração o número de habitantes por unidade ou até mesmo a área da economia. Assim, através da aferição do medidor individual, o consumo de cada unidade autônoma é determinado. Além disso, Yamada et al. (2001) apontam que de posse da informação precisa do seu uso de água, o usuário passe a adquirir maior consciência, já que ele estará pagando em função do próprio consumo.

A configuração do sistema de medição individualizada difere do sistema de medição coletiva. Ela consiste em uma (ou mais) coluna de água fria principal que alimenta os hidrômetros individuais a partir do reservatório superior. A distribuição horizontal é feita

dos hidrômetros até as áreas hidráulicas dos apartamentos. Essa distribuição horizontal gera a necessidade de previsão de alguns elementos arquitetônicos para abrigo da tubulação, como sancas ou forro de gesso tanto na circulação predial como dentro das unidades autônomas.

A figura 4 ilustra um esquema vertical de distribuição de água em um edifício residencial genérico com sistema de medição individualizada. Pode-se observar que nesse sistema não há utilização de colunas dentro das unidades autônomas. As mesmas áreas hidráulicas do esquema anterior (figura 3) são, agora, abastecidas através de tubulação horizontal a partir do medidor instalado na área comum.

Figura 4 - Esquema de distribuição de água de um edifício residencial com sistema de medição individualizada.



(fonte: CARVALHO, 2010, p. 13)

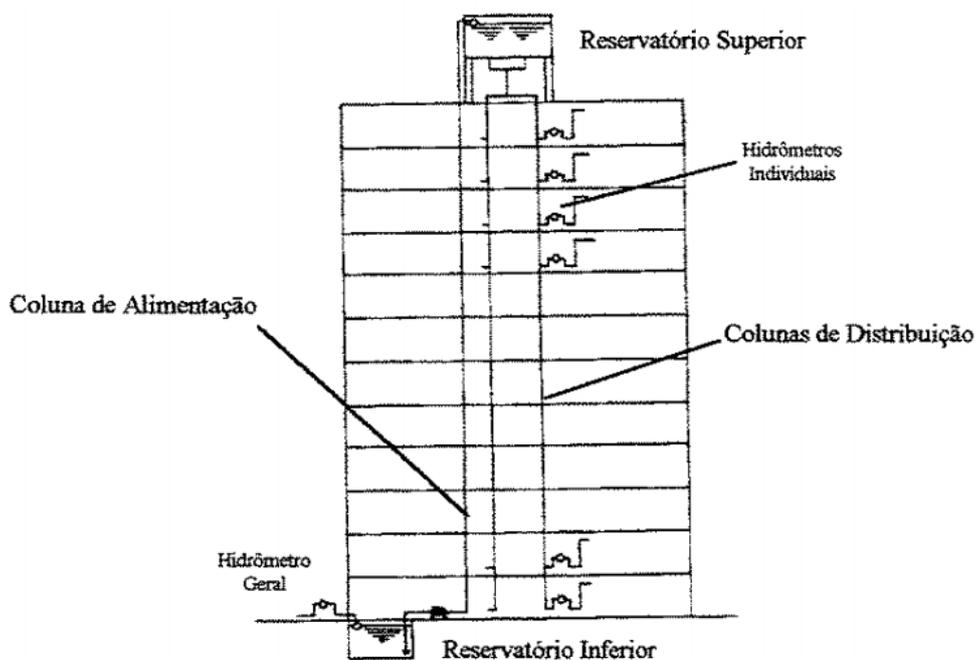
#### 4.2.1 Posicionamento dos medidores

O local de instalação dos hidrômetros é um dos passos mais importantes em um projeto de medição individualizada. Essa escolha deve considerar o processo de faturamento e a forma de leitura que é utilizada. (COELHO; MAYNARD, 1999).

Os hidrômetros implementados para a individualização da medição da água podem ser posicionados em cada pavimento tipo, em um pavimento intermediário, no térreo ou na cobertura. Dantas et al. (2003) descreve e analisa o posicionamento dos medidores no sistema de medição individualizada, como segue.

O sistema cujos hidrômetros são posicionados nos pavimentos tipo exige apenas uma coluna (ou mais colunas acessórias), que distribui a água para todos os apartamentos. Os medidores são posicionados na área comum do pavimento, para que possam ser acessados por terceiros para sua aferição. O esquema vertical desse sistema está representado na figura 5. (DANTAS et al., 2003).

Figura 5 - Sistema de medição individualizada com medidores posicionados nos pavimentos tipo



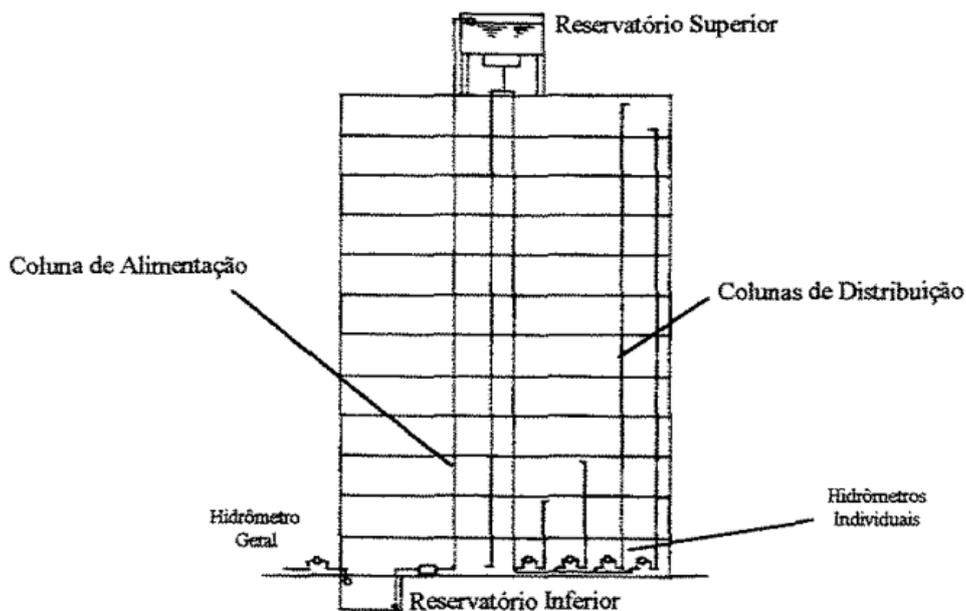
(fonte: DANTAS et al., 2003, p. 09)

Carvalho (2010) relata que esse sistema é comumente empregado porque demanda instalação simples. Outra vantagem é a economia de material, quando comparada aos outros sistemas.

Outra maneira de posicionar os medidores é nos pavimentos inferiores no qual cada apartamento possui uma coluna de distribuição de água e o abastecimento dos demais pontos é feito a partir de um ramal que deriva dela. Essa configuração privilegia a leitura realizada pelo funcionário da concessionária, já que todos os medidores estão

concentrados no mesmo local e são de fácil acesso. Entretanto, os custos das colunas ascendentes, assim como a perda de carga são relevantes. Esse sistema de distribuição está representado na figura 6. (DANTAS et al., 2003).

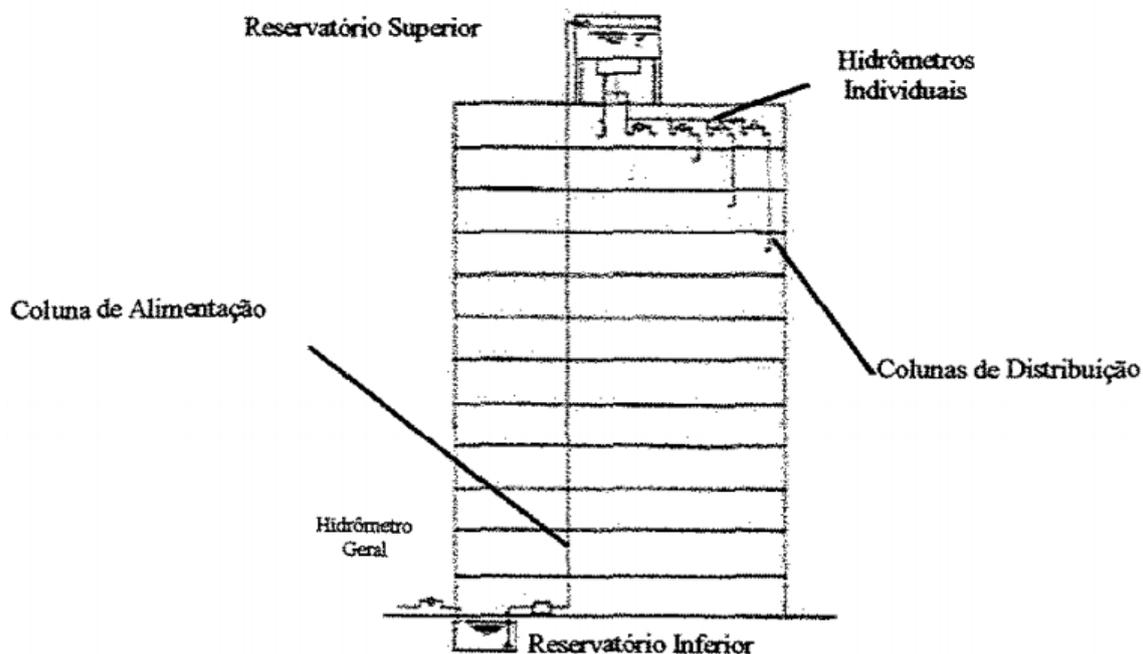
Figura 6 - Sistema de medição individualizada com medidores posicionados no térreo.



(fonte: DANTAS et al., 2003, p. 11)

Esse mesmo sistema pode ser aplicado posicionando os medidores em um andar superior. Entretanto, a perda de carga introduzida pelo hidrômetro pode inviabilizar a sua instalação nos pavimentos superiores caso a diferença de cota entre o reservatório superior e o pavimento de instalação não seja suficiente. Isso acontece porque o medidor é responsável por uma grande parcela da perda de carga em um sistema predial de distribuição de água. Uma das alternativas para contornar essa perda de carga elevada é trabalhar com grande diferença entre cotas para aumentar a pressão existente na rede. Como existe pouca diferença entre o reservatório superior e o último pavimento de uma edificação, essa solução necessita, muitas vezes, de um sistema de pressurização na rede. Essa configuração está apresentada na figura 7. (DANTAS et al., 2003).

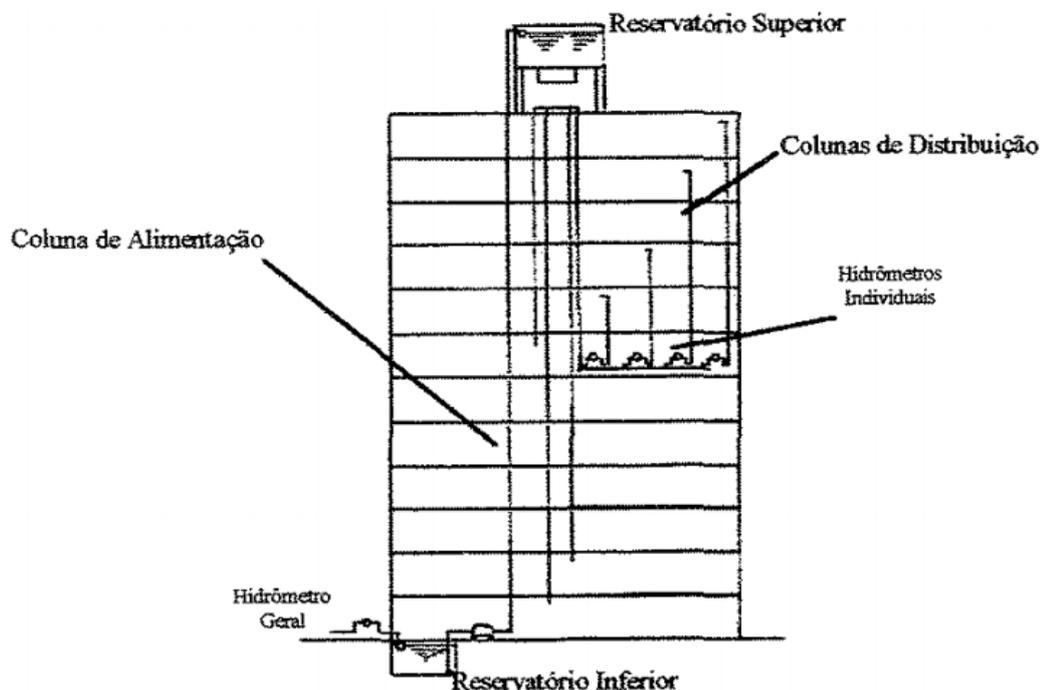
Figura 7- Sistema de medição individualizada com medidores posicionados no último pavimento.



(fonte: DANTAS et al., 2003, p.11)

Por fim, os medidores também podem ser posicionados em pavimentos intermediários, com uma ou com várias colunas de distribuição. Essa configuração não apresenta o problema do esquema anterior porque possibilita melhor distribuição das pressões atuantes sobre os hidrômetros. Entretanto, o inconveniente é que o pavimento que recebe os medidores apresenta redução da área útil, quebrando o padrão encontrado nos demais pavimentos. Sendo assim, um dos pavimentos tipo terá que ser modificado arquitetonicamente para que receba os medidores de todas as unidades da edificação. Isso causa um grande prejuízo para os moradores daquele pavimento. A figura 8 representa um sistema com medidores intermediários com várias colunas de distribuição. (DANTAS et al., 2003)

Figura 8 - Sistema de medição individualizada com medidores intermediários, abastecidos por colunas exclusivas.



(fonte: DANTAS et al., 2003, p. 12)

É importante ressaltar que o sistema de medição individual deve atender de tanto o aspecto técnico quanto o econômico. No caso da adaptação de MC para MI, é necessário considerar também as limitações impostas pela configuração arquitetônica pré-existente dentro do edifício.

#### 4.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS DE MEDIÇÃO COLETIVA E INDIVIDUAL

Conforme concluído por Piccoli (2018), fazendo uma comparação direta de custos entre dois projetos para o mesmo edifício, um deles considerando sistema de medição coletiva e outro sistema de medição individualizada, observa-se que o último resulta em um valor 50% maior. O custo elevado da MI se justifica devido a maior quantidade de hidrômetros e de redes horizontais presentes. Além disso, o autor ainda acrescenta que a medição coletiva pode trazer mais facilidade na compatibilização com outras disciplinas.

Foletto (2008) também apresenta uma grande desvantagem da MI. Existe uma grande redução da pressão dinâmica na rede de distribuição de água que afeta principalmente os andares mais elevados da edificação. Isso se dá devido a concentração da distribuição de

água em um número reduzido de prumadas e posterior distribuição horizontal dos ramais. Esta configuração resulta em perdas de carga elevadas que podem levar a uma necessidade de implementação de dispositivos pressurizadores para os últimos andares.

Por mais que existam vantagens econômicas e de projeto na medição coletiva, a medição individualizada apresenta grandes benefícios para os usuários do sistema e para uma cultura de racionalização de água. O sistema de medição individualizada resulta em redução do consumo e na indução ao uso racional da água, na detecção de vazamentos de forma mais eficaz, em justiça na cobrança (justiça social) e na redução da inadimplência em condomínios.

Yamada

et al. (2001), é um dos autores que confirmou a redução do consumo de água em edifícios que apresentam MI. O autor comparou blocos de edifícios de um mesmo conjunto habitacional que apresentavam duas configurações de medição (coletiva e individualizada). A pesquisa mostra que existem divergências no perfil de consumo de usuários expostos a medição coletiva e individualizada. A média do consumo mensal por habitação nos blocos com MC foi de 21,1m<sup>3</sup>/mês/apartamento, enquanto que, nos blocos com MI o consumo médio foi de 17,6m<sup>3</sup>/mês/apartamento. Assim, o consumo mensal nos edifícios com essa última configuração apresentou uma redução de 17% quando comparado aos edifícios com medição coletiva.

Além disso, Yamada et al. (2001) também menciona que a racionalização do uso da água acontece de forma espontânea, sem necessidade de aplicação de métodos para conservação da água. Isso acontece porque “o usuário passa a adquirir maior consciência do uso da água, já que ele estará pagando em função do seu consumo.”.

A medição individualizada também promove detecção precoce de vazamentos, que auxilia na redução e controle da água no meio urbano. Sabe-se que vazamentos são fontes de grande desperdício de água. De acordo com Coelho (2004) um vazamento pode causar consumo de 40 litros de água por dia (gotejando), 2000L por dia (abertura de 1mm), 4500L (abertura 2mm). Ainda, as perdas devido a vazamentos nas caixas de descarga ocorrem com vazões de 40L/h até 600 L/h. O monitoramento individual de consumo traz eficiência na verificação e detecção de vazamentos nas unidades habitacionais e, segundo

Carvalho (2010), “ao possuir uma conta individual a tendência é que manutenções de vazamentos sejam realizadas de imediato.”.

A medição individualizada também exerce papel social, tornando a cobrança proporcional ao consumo de água e trazendo transparência ao usuário. Lima et al. (2016) relata que o MI traz benefícios até mesmo para a concessionária de abastecimento de água porque leva a uma redução dos casos de inadimplência. Os autores acrescentam que a redução do consumo resulta na maior capacidade de suprimento do sistema de abastecimento de água, sem a necessidade de ampliação do mesmo.

## 5 INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO COLETIVA

No caso de edifícios novos, a implementação da medição individualizada é facilitada porque o projeto arquitetônico pode facilmente se adequar ao projeto hidráulico na fase de desenvolvimento. É possível prever forro de gesso no teto para abrigo da tubulação horizontal nos pavimentos tipo, bem como local apropriado para instalação dos medidores. Entretanto, sabendo dos benefícios da MI, alguns edifícios existentes que apresentam medição coletiva de água procuram realizar a individualização da medição.

Segundo Carvalho (2010), o sistema de distribuição tradicional dificulta a implementação de hidrômetros de forma a medir o consumo de cada apartamento. Isso acontece devido a inexistência de um trecho de tubulação que, a partir do qual, derive toda a distribuição de um único apartamento. Entretanto, ainda que os sistemas de medição apresentem configurações diferentes internamente, é possível individualizar o sistema de medição coletiva.

O autor ainda aponta que uma das formas de se propor um sistema de medição individualizada para uma edificação que possua uma instalação de água tradicional é a instalação de um hidrômetro na derivação da coluna de água fria (CAF) existente em cada área hidráulica do apartamento. Assim, o consumo de cada unidade habitacional será a soma da aferição de cada um dos hidrômetros instalados no apartamento. Nessa solução, percebe-se que quanto maior for o número de colunas de água em um apartamento, mais trabalhosa e custosa será a execução. A figura 9 apresenta um exemplo de um hidrômetro instalado no banheiro de uma unidade, no qual ocorre a medição da água que abastece esse cômodo através de uma coluna de distribuição de água.

Figura 9 - Medidor individual instalado na CAF que alimenta o banheiro

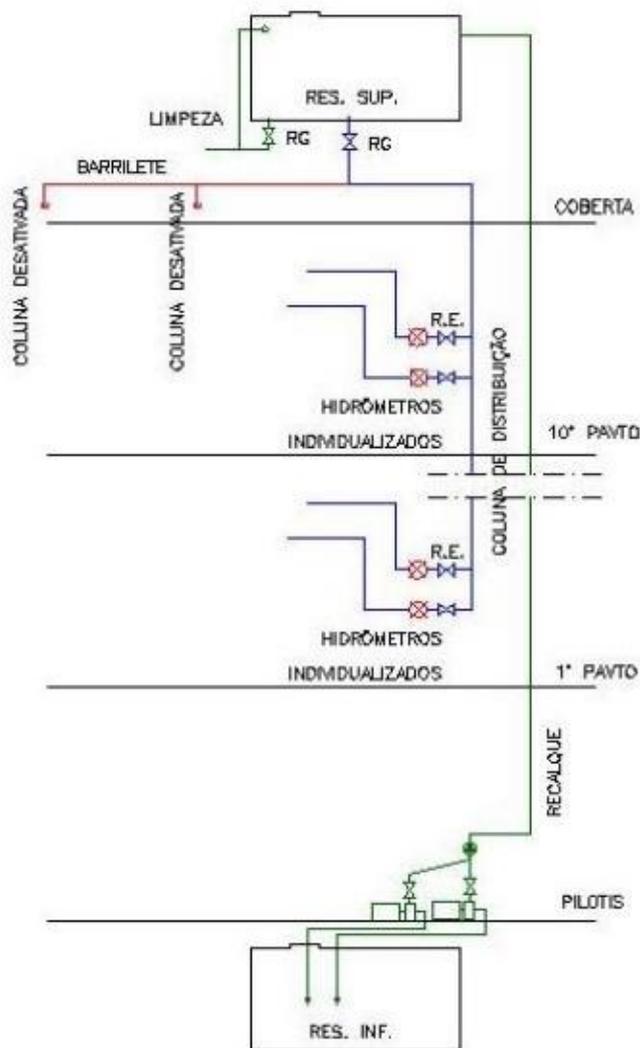


(fonte: Áquameter, disponível em [www.aquameter.eng.br/leitura-remota-por-telemetria](http://www.aquameter.eng.br/leitura-remota-por-telemetria))

Como essa solução não permite o acesso de terceiros para aferição do consumo, os medidores devem ser equipados com transmissores de radiofrequência que permitem leitura remota ou por telemetria. Os hidrômetros com transmissão por radiofrequência são comumente utilizados em locais de difícil acesso ou em projetos de adaptação de MC para MI.

Outra solução para individualização, apontada por Holanda (2007), consiste no aproveitamento do barrilete para a alimentação de uma nova coluna central de distribuição. As colunas existentes, que alimentam as áreas hidráulicas dos apartamentos, são desativadas mediante a corte e fechamento da extremidade. A figura 10 apresenta um esquema de como é realizada.

Figura 10 - Individualização da medição coletiva através do aproveitamento do barrilete



(fonte: HOLANDA, 2007, p. 55)

A nova coluna central de distribuição alimenta os hidrômetros individuais que, por sua vez, conectam-se a ramais horizontais que levam a água aos apartamentos. Uma vez que a água chega na unidade, sua distribuição é feita até as áreas hidráulicas, preservando, muitas vezes, o traçado existente dentro do cômodo. Assim, a tubulação alimenta o cômodo normalmente no ponto onde era feita a distribuição pela CAF anteriormente.

Independentemente da solução adotada, essa adaptação do sistema de medição coletiva para medição individualizada torna-se um desafio porque além de envolver a disciplina hidráulica, com desligamento de tubulações, alteração de traçados e adição de elementos, é necessário que se considere as outras disciplinas existentes no edifício, como arquitetura, estrutura, elétrica, telefonia, lógica, PPCI, entre outros.

## 6 LEGISLAÇÃO

Hoje, a NBR 5622 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) é a norma que define o projeto, a execução, a operação e a manutenção dos sistemas prediais de água fria e água quente (SPAFAQ). Entretanto, ela não traz uma especificação a respeito do tipo de medição a ser adotada.

Segundo essa norma, os SPAFAQ devem ser projetados de modo que, durante a vida útil de projeto, atendam aos seguintes requisitos:

- a) preservar a potabilidade da água potável;
- b) assegurar o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e vazões compatíveis com o funcionamento previsto dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes e em temperaturas adequadas ao uso;
- c) considerar acesso para verificação e manutenção;
- d) prover setorização adequada do sistema de distribuição;
- e) evitar níveis de ruído inadequados à ocupação dos ambientes;
- f) proporcionar aos usuários peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação;
- g) minimizar a ocorrência de patologias;
- h) considerar a manutenibilidade;
- i) proporcionar o equilíbrio de pressões da água fria e da água quente a montante de misturadores convencionais, quando empregados.

Assim, até a promulgação da Lei Federal nº 13.312 de junho de 2016 (Brasil, 2016) a escolha do tipo de medição a ser empregado era livre. Por ser um sistema culturalmente tradicional e com custo de implementação mais baixo, a maioria dos construtores e incorporadores optavam pela medição coletiva nos edifícios.

A promulgação da Lei Federal nº 13.312 de junho de 2016 (Brasil, 2016) mudou esse cenário haja vista as grandes vantagens que a medição individualizada apresenta. O uso racional da água e a justiça na cobrança predominaram. A lei exige que, após decorridos 5 anos de sua publicação:

“Art. 29 [...]

[...] § 3º As novas edificações condominiais adotarão padrões de sustentabilidade ambiental que incluam, entre outros procedimentos, a medição individualizada do consumo hídrico por unidade imobiliária.”

Assim, a partir de julho de 2021, todas as novas edificações devem apresentar medição individualizada, afirmando a sua superioridade em termos de economia, transparência e justiça quando comparada a medição coletiva.

Na esfera municipal, Porto Alegre apresenta a Lei Complementar 622, publicada em junho de 2009, que obriga as edificações novas a serem equipadas com esperas que permitam a instalação de medidores de água individualizados.

“Art. 12 [...]

[...] § 3º Nos condomínios, as instalações hidráulicas dos imóveis deverão ser projetadas e executadas pelo empreendedor, de modo que, a critério dos condôminos, sejam instalados medidores de água internos para a aferição dos consumos individuais, sendo a aquisição, a instalação e a manutenção dos respectivos medidores, bem como o rateio e a cobrança dos consumos, de inteira responsabilidade do condomínio, cabendo ao DMAE apenas a leitura, a emissão e a entrega de uma única conta relativa ao ramal predial, atendendo aos critérios estabelecidos em regulamento.”

Sendo assim, pode-se observar que o incentivo para emprego de medição individual já é feito em Porto Alegre desde 2009.

## 7 BIM

A tecnologia Modelagem da Informação da Construção ou BIM (do inglês Building Information Modeling) se insere em um meio de necessidade de modernização e de aumento da competitividade na indústria da Construção Civil no Brasil. Além de acompanhar o processo de projeto e execução de grandes obras, o BIM auxilia de forma assertiva em obras de reforma, sejam elas de grande ou pequeno porte devido ao detalhamento empregado que facilita o processo de execução para um resultado final assertivo.

Eastman et. al. (2014) define BIM como sendo uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção. A CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), na Coletânea Implementação do BIM para Construtores e Incorporadoras, Volume 1 (2016) apresenta alguns os benefícios do emprego do BIM:

- Visualização clara do que está sendo projetado, sendo extremamente importante na detecção de interferências geoespaciais entre objetos. Além disso, cada alteração realizada em qualquer parte do modelo é automaticamente considerada em todas as demais formas de visualização da massa de dados e informações correspondente.
- Minimização de conflitos e problemas específicos na fase de construção, uma vez que podem ser analisados e contornados previamente usando o BIM. Isso possibilita que a execução da obra seja mais fiel ao orçamento e ao prazo estipulados.
- Extração automática de quantitativos do projeto, que garante consistência, precisão e agilidade de acesso às informações das quantidades, facilitando e minimizando erros no orçamento.
- Identificação automática de interferências geométricas e funcionais.

A tecnologia BIM se torna especialmente interessante nesse caso de adaptação de um sistema de medição coletiva para medição individual porque a visualização do processo é muito mais clara. É possível identificar os trechos de tubulação que serão desativados, bem como os que serão aproveitados e os novos trechos implementados.

Além disso, durante o desenvolvimento do projeto, permitiu a detecção das interferências com as disciplinas existentes no edifício, principalmente arquitetura e estrutura. Também facilitou o estudo aprofundado do edifício como um todo para definição de soluções adequadas ainda na fase de projeto. Assim, todas as decisões foram feitas anteriormente a execução do projeto, minimizando a possibilidade de problemas nessa fase.

A extração das quantidades de material utilizado no projeto pode ser facilmente obtida com a ferramenta BIM e, além disso, essas informações são atualizadas a cada modificação no projeto. Esse procedimento é interessante para o desenvolvimento de orçamentos e facilita a compra de materiais.

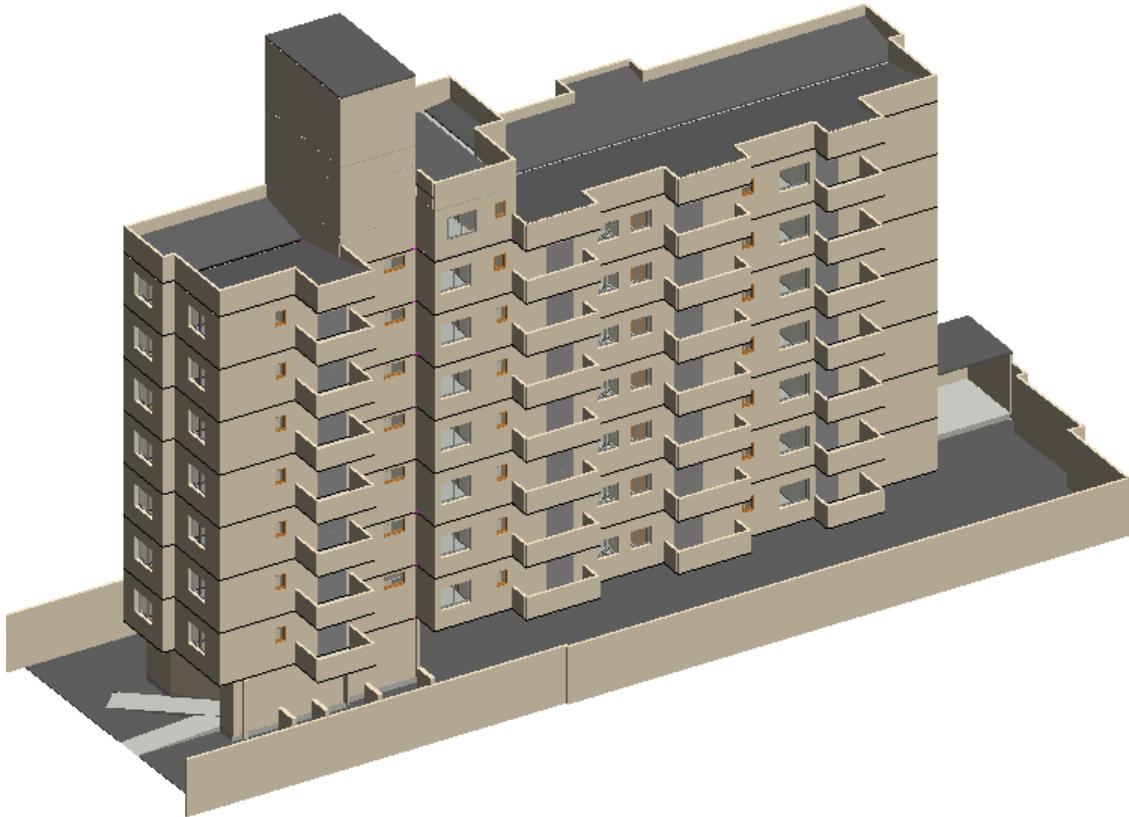
## 8 EDIFICAÇÃO ESTUDADA

Para que o projeto de individualização do sistema de medição de água fosse desenvolvido, foi realizada uma busca por um edifício com características que se enquadrassem nas necessidades e limitações desse sistema. Inicialmente, foram identificados edifícios com sistema de medição coletiva de água que estivessem descontentes com a divisão injusta dos custos de água. Além disso, os projetos hidráulico, arquitetônico e estrutural do edifício deveriam estar disponíveis para consulta. Através do contato com empresas de gestão condominial, foram identificados edifícios insatisfeitos com a medição coletiva e que tivessem posse dos projetos.

A partir daí, foi necessário identificar se o sistema de água fria do edifício comportaria as alterações necessárias para a individualização. De acordo com Coelho; Maynard (1999), nas instalações hidráulicas das unidades habitacionais a serem individualizadas é vedada a utilização de válvulas de descarga porque necessitam de uma vazão instantânea superior às compatíveis com os hidrômetros adequados a estas unidades. Oliveira et al. (2010, pg. 182) complementa que “[...] o medidor dimensionado para a vazão da válvula de descarga ficaria superdimensionado para as vazões dos outros aparelhos, o que resultaria na submedição.”. Além disso, sabe-se que quanto maior o número de apartamentos, mais significativa será a redução do uso da água em edifícios, conforme apresentado em diversos estudos brasileiros e internacionais. Outro ponto a ser levado em consideração é que quanto maior for o número de prumadas por apartamento, mais complexa e custosa será a obra.

Depois de levantar alguns edifícios e fazer o estudo do sistema predial de distribuição de água, foi escolhido um edifício adequado para o estudo. Localizado em Porto Alegre, o edifício possui 8 pavimentos e 6 apartamentos por pavimento, totalizando 42 unidades habitacionais mais um apartamento do zelador, no 9º pavimento. Com base nos projetos existentes, do ano de 1996 a 1998, foram modelados no software *Revit* a arquitetura, estrutura e hidráulica. O modelo arquitetônico está representado abaixo, na figura 11.

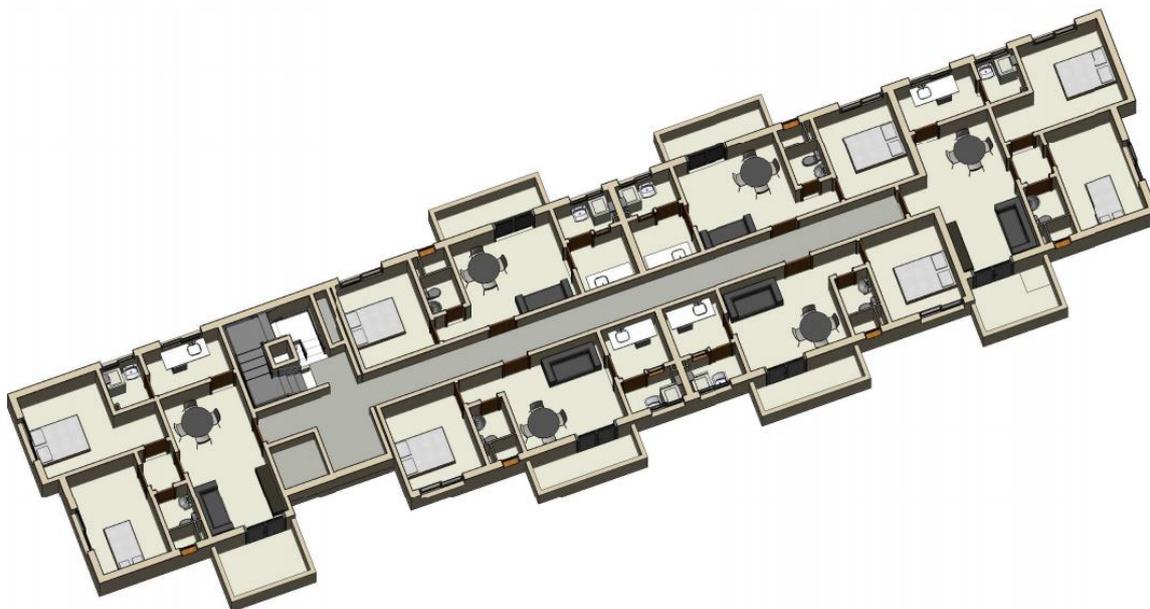
Figura 11 - Modelo arquitetônico do edifício estudado



(fonte: elaborada pela autora)

Os apartamentos do pavimento tipo diferem entre si pois algumas unidades apresentam um dormitório e outras dois, como pode ser observado na figura 12. Os apartamentos das extremidades são simétricos e possuem dois dormitórios, enquanto que os apartamentos internos seguem o mesmo padrão e possuem apenas um dormitório. A diferença no número de dormitórios em cada apartamento sugere número de habitantes distinto por unidade, que acentua a diferença no consumo de água. Abaixo está representado o pavimento tipo com o *layout* das unidades domiciliares.

Figura 12 – Perspectiva do pavimento tipo do edifício estudado

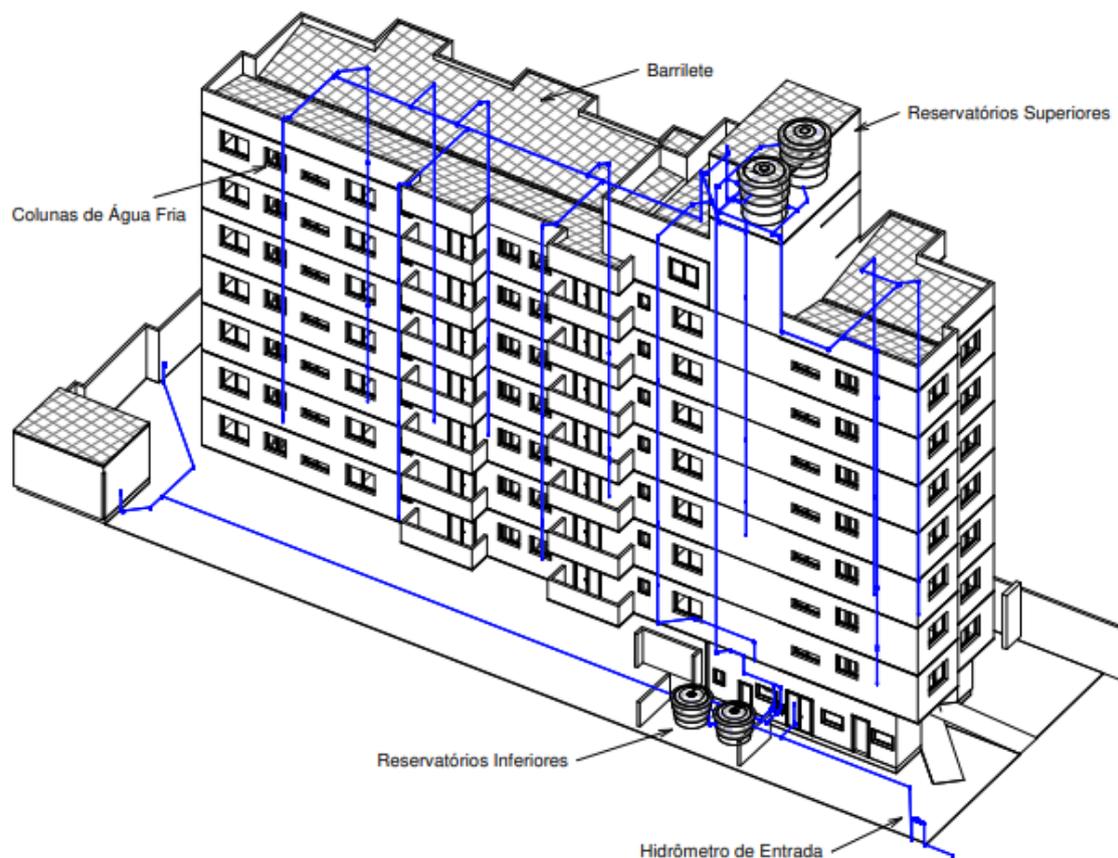


(fonte: elaborada pela autora)

O edifício possui sistema misto de distribuição, o pavimento térreo, que apresenta banheiro e quiosque com churrasqueira, é atendido diretamente pela rede pública enquanto que os apartamentos a partir do 2º pavimento (1º pavimento tipo) são atendidos pelo reservatório superior. O sistema de aquecimento de água é individual, cada apartamento possui um aquecedor de passagem que atende apenas a unidade em que está instalado. No caso do apartamento do zelador, não há sistema de aquecimento a gás.

O esquema abaixo (figura 13) apresenta o sistema predial de distribuição de água existente no edifício. Ele apresenta a entrada de água no edifício, os reservatórios inferiores e superiores, o sistema de recalque, o barrilete e as colunas de distribuição. Não foi incluída na representação a distribuição interna de cada apartamento. O modelo foi elaborado segundo as plantas existentes.

Figura 13 - Esquema de distribuição de água existente no edifício estudado

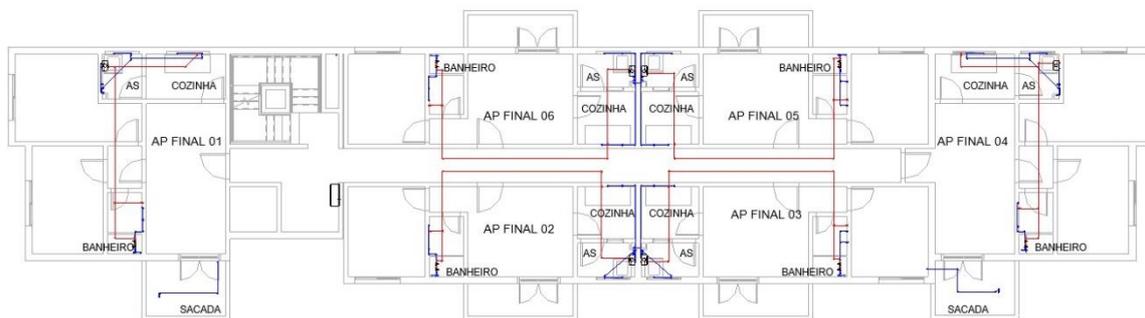


(fonte: elaborada pela autora)

A figura 14 apresenta a planta baixa do tipo com a identificação dos apartamentos e dos ambientes hidráulicos. A partir dela é possível perceber algumas características marcantes dos sistemas prediais de água fria com medição coletiva como: inexistência de grandes trechos de tubulações horizontais para realizar a distribuição de água (o sistema fica concentrado nas áreas hidráulicas dos apartamentos), inexistência de hidrômetros individuais. Na figura 14, a tubulação em vermelho é onde escoa a água quente e a tubulação em azul é de água fria.

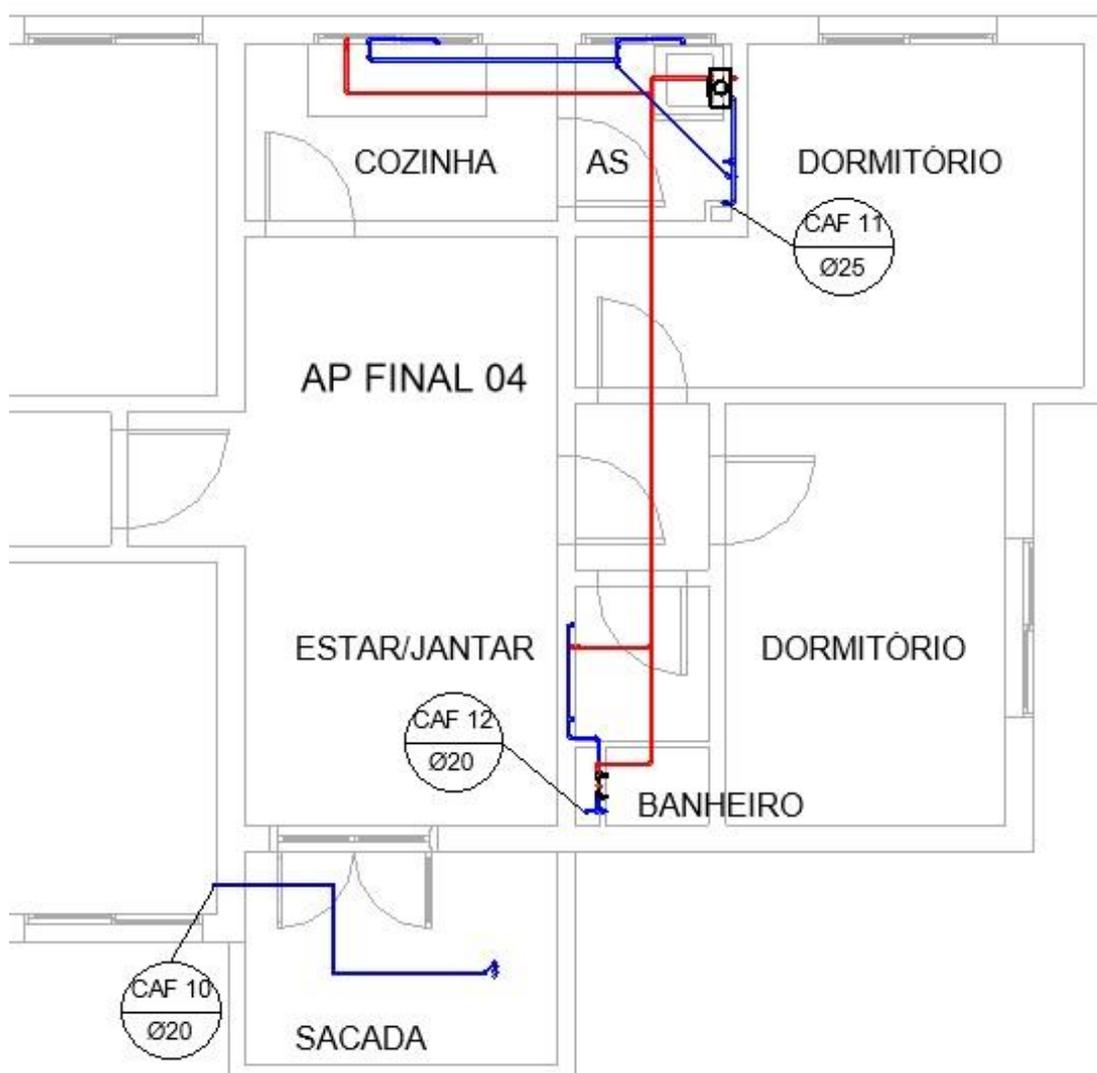
A figura 15 apresenta a planta baixa do apartamento final 04 do pavimento tipo juntamente com a tubulação de água fria e de água quente existentes. Pode-se perceber que, devido a medição coletiva, às áreas hidráulicas dos apartamentos são abastecidas por CAF distintas. A CAF 11 abastece a cozinha e área de serviço, a CAF 12 abastece o banheiro e a CAF 10 abastece a torneira de jardim na sacada. No item 9.5 é apresentado o novo traçado da tubulação para esse mesmo apartamento. O apêndice A apresenta as plantas com o sistema predial de água existente.

Figura 14 - Pavimento tipo e distribuição de água original



(fonte: elaborada pela autora)

Figura 15 - Traçado da tubulação de água no apartamento final 04 do pavimento tipo



(fonte: elaborada pela autora)

## 9 PROJETO

Retomando o exposto no item 5, o projeto de individualização da medição de água consiste na implementação de hidrômetros exclusivos para medição de água de cada apartamento. O processo de individualização da medição dessa edificação utilizou a metodologia do aproveitamento das tubulações que compõe o barrilete para alimentação das duas novas colunas principais de água fria que descem alimentando os pavimentos tipo. Dessas CAF derivam os ramais que alimentam os hidrômetros de cada apartamento e a partir deles é feita a distribuição horizontal até chegar em cada apartamento.

### 9.1 DEFINIÇÃO DO TRAÇADO E COMPONENTES PRINCIPAIS

A primeira etapa do desenvolvimento do projeto consistiu na avaliação do imóvel. Foi realizada uma análise das plantas arquitetônicas, estruturais e hidrossanitárias para avaliar a implementação da individualização da medição de água. O edifício apresenta sistema construtivo convencional de concreto armado e alvenaria, arquitetura simples. Em relação ao sistema de abastecimento de água, configura-se um sistema misto, no qual o reservatório superior distribui água para as unidades domiciliares e o abastecimento dos postos hidráulicos nas áreas comuns do térreo é feito de forma direta. O edifício apresenta apenas um medidor de entrada configurando medição coletiva. O sistema de água fria é caracterizado pela distribuição de água através de colunas de água fria para três cômodos: banheiros, cozinhas/áreas de serviço e varandas. Cada uma dessas áreas hidráulicas que compõe os apartamentos do pavimento tipo é alimentado exclusivamente por uma CAF.

Após a análise dos projetos, foi realizada uma visita técnica ao imóvel em outubro de 2020. Nessa visita foi identificada a configuração real do edifício, foram realizadas medições in loco e foi estudado o sistema de forros, já que são elementos importantes para abrigo da nova tubulação a ser inserida para viabilizar a medição individualizada. A visita técnica permitiu a identificação de uma dificuldade imposta pela arquitetura na implementação da MI. Normalmente, costuma-se utilizar o espaço entre a laje de concreto armado e o forro de gesso, o entreforro, para abrigar a tubulação de água que deriva do hidrômetro do pavimento tipo até sua chegada em cada cômodo do apartamento. O empecilho identificado foi a expressiva altura das vigas encontradas na circulação do pavimento tipo que resulta em um layout descontínuo do forro de gesso. Ou seja, o forro de gesso é interrompido por vigas mais altas do que o mesmo, fazendo com que não exista

espaço no entreferro para passagem da tubulação. Essa situação pode ser observada na figura 16.

Figura 16 - Forro interrompido por vigas no edifício estudado



(fonte: autora)

A opção empregada na grande maioria dos casos é a passagem da tubulação por baixo das vigas, rebaixando o forro para abrigo das mesmas. Entretanto, essa não é uma opção viável, pois a altura entre o piso e os fundos das vigas já é a mínima estabelecida pelo Código de Obras de Porto Alegre – Cap III, Art. 93:

Os corredores principais deverão atender as seguintes condições:  
I - ter pé-direito mínimo de 2,20m; [...]

Nessas condições, o forro ficaria alinhado ao fundo das vigas, impossibilitando a passagem da tubulação.

A solução escolhida foi posicionar a tubulação nas laterais da circulação e prever um detalhe arquitetônico para não deixar a tubulação aparente. Será implementado uma sanca

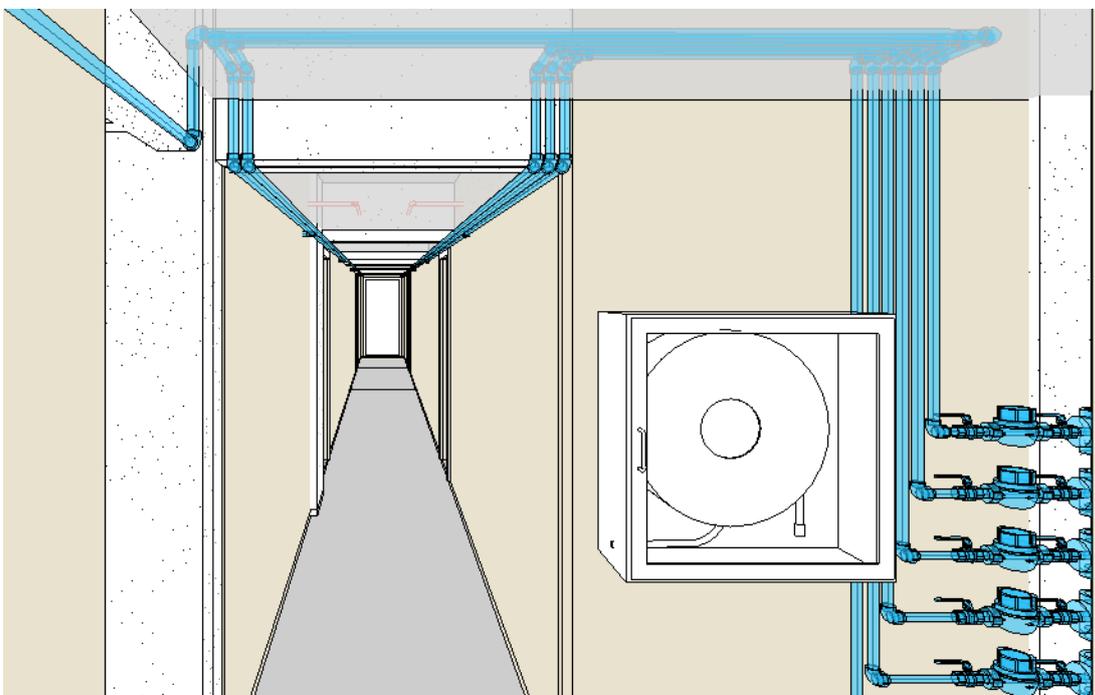
de gesso ou roda forro para abrigar a tubulação. Segundo a Resolução Técnica CBMRS nº 11 – Parte 01 Saídas de Emergência 2016:

“ 5.5.1.1 Os acessos deverão satisfazer às seguintes condições:

d) ter pé-direito mínimo de 2,20 m, com exceção de obstáculos representados por vigas, vergas de portas e outros, cuja altura mínima livre deverá ser de 2,10 m.”

Sendo assim, é permitido obstáculos desde que obedeçam a altura mínima de 2,10m. Dessa forma, a tubulação e o roda forro serão implementados em um espaço de 10cm. A figura 17 apresenta o caminhamento da tubulação na circulação, em cinza é apresentado o forro existente no edifício. Atualmente ele abriga a tubulação de água quente (em vermelho) que fura as vigas da circulação. Após a individualização da medição ele passará a abrigar as tubulações horizontais no hall do elevador, imediatamente após a saída dos hidrômetros, como apresentado nessa figura. As tubulações horizontais na circulação serão abrigadas por um detalhe arquitetônico em gesso, que não está representado na figura.

Figura 17 - Perspectiva do traçado da nova tubulação na circulação do pavimento tipo



(fonte: elaborada pela autora)

É importante ressaltar que a distribuição da água quente é feita da área de serviço até o banheiro pela circulação do pavimento tipo. Entretanto, já estava incluso no projeto estrutural da época a furação das vigas para passagem da tubulação. Dessa forma, a tubulação de água quente é abrigada pelo forro existente porque localiza-se a uma altura superior, já que ela passa por dentro das vigas.

Na parte interna dos apartamentos, a altura das vigas influenciou apenas nos apartamentos das extremidades dos pavimentos tipo (finais 01 e 04) e no apartamento do zelador no 9º pavimento. Cada situação de intervenção entre os ramais e as vigas foi estudada separadamente. As soluções encontradas foram: utilização de furação já existente nas vigas, emprego de roda forro de gesso para abrigo da tubulação, passagem da tubulação por baixo das vigas com altura menor e uso de forro de gesso e de sancas de gesso para abrigo da tubulação.

Outra dificuldade imposta pela arquitetura do edifício foi o posicionamento dos medidores. Conforme as configurações apresentadas no item 4.2.1, a que apresenta mais vantagens em relação a perda de carga e ao custo é o posicionamento dos medidores em cada pavimento tipo. Dessa forma, foi identificado que o melhor local para posicionar os hidrômetros em termos de otimização do projeto seria nos pavimentos tipo.

A definição da posição dos medidores no pavimento tipo foi um desafio devido as características arquitetônicas. A área comum dos pavimentos tipo é enxuta. Além de apresentar pé direito com a altura mínima, a largura da circulação também é a mínima aceita pelo Corpo de Bombeiros. A pequena área do hall do elevador abriga medidores de gás, passagem de fiação de televisão, hidrante, extintores e r pouco espaço disponível para qualquer intervenção.

A caixa de medidores foi posicionada no hall do elevador e, apesar de ser um local extremamente limitado em questão de espaço, foi o único que permitiu a instalação dos medidores nos pavimentos tipo. Na mesma parede onde foram previstos os hidrômetros existe um hidrante que é alimentado pela reserva de incêndio do reservatório superior. Essa distribuição é feita através de uma coluna de incêndio que limita o espaço disponível para a instalação dos medidores hidráulicos. A figura 18 apresenta a atual situação do hall do elevador e a figura 19 mostra o local escolhido para o posicionamento dos medidores.

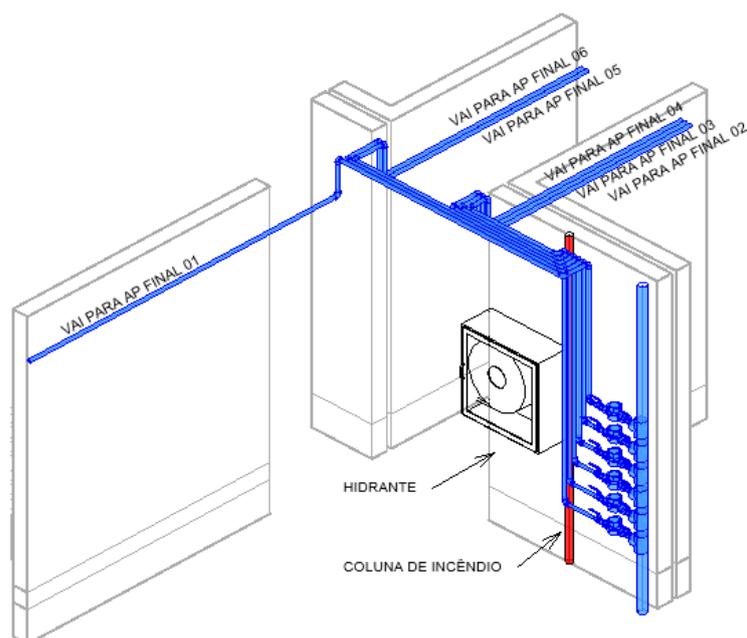
Figura 18 - Hall do elevador no edifício estudado



(fonte: autora)

Na figura 18, pode-se observar também a existência de outros elementos que ocupam o espaço destinado aos hidrômetros: uma caixa com fiação de televisão e um extintor de incêndio. Esses elementos podem ser facilmente realocados, então não são limitantes para a adoção desse espaço.

Figura 19 - Posicionamento dos hidrômetros no hall do elevador (2º ao 7º pavimentos)



(fonte: elaborada pela autora)

Essa limitação de espaço impossibilitou diversas escolhas relacionadas a configuração dos medidores. Os medidores foram posicionados na horizontal seguindo as recomendações da a IT150 – MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM CONDOMÍNIOS. Nesse caso, hidrômetros posicionados verticalmente proporcionariam uma transição mais suave entre a CAF e os ramais e, além disso, mesmo na posição horizontal, seria interessante haver um ramal distribuidor entre a CAF e os ramais, mas o espaço disponível não permitiu essas configurações.

Após a definição da posição dos hidrômetros e do traçado dos ramais na circulação, foi estudada a distribuição da tubulação dentro dos apartamentos. Devido ao fato de ser uma edificação existente, o traçado foi estudado para que as intervenções dentro das unidades domiciliares fossem minimizadas. Dessa forma, esse critério se sobrepôs em relação a otimização do traçado em termos de economia de material e otimização das perdas.

Nos reservatórios superiores foi possível aproveitar parte da tubulação existente. Também foram incluídos novos trechos para possibilitar a alimentação das duas novas CAF e foram previstas válvulas ventosas para cada nova coluna, seguindo a recomendação da NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020). A norma exige que cada coluna de distribuição seja capaz de admitir ar por ocasião do seu esvaziamento e de expulsar durante o enchimento, assim como de expulsar bolhas segregadas que se formam naturalmente com o sistema em operação. O barrilete existente no 9º pavimento foi totalmente desativado porque a distribuição de água será exclusivamente realizada pelas CAF que iniciam no pavimento do reservatório superior.

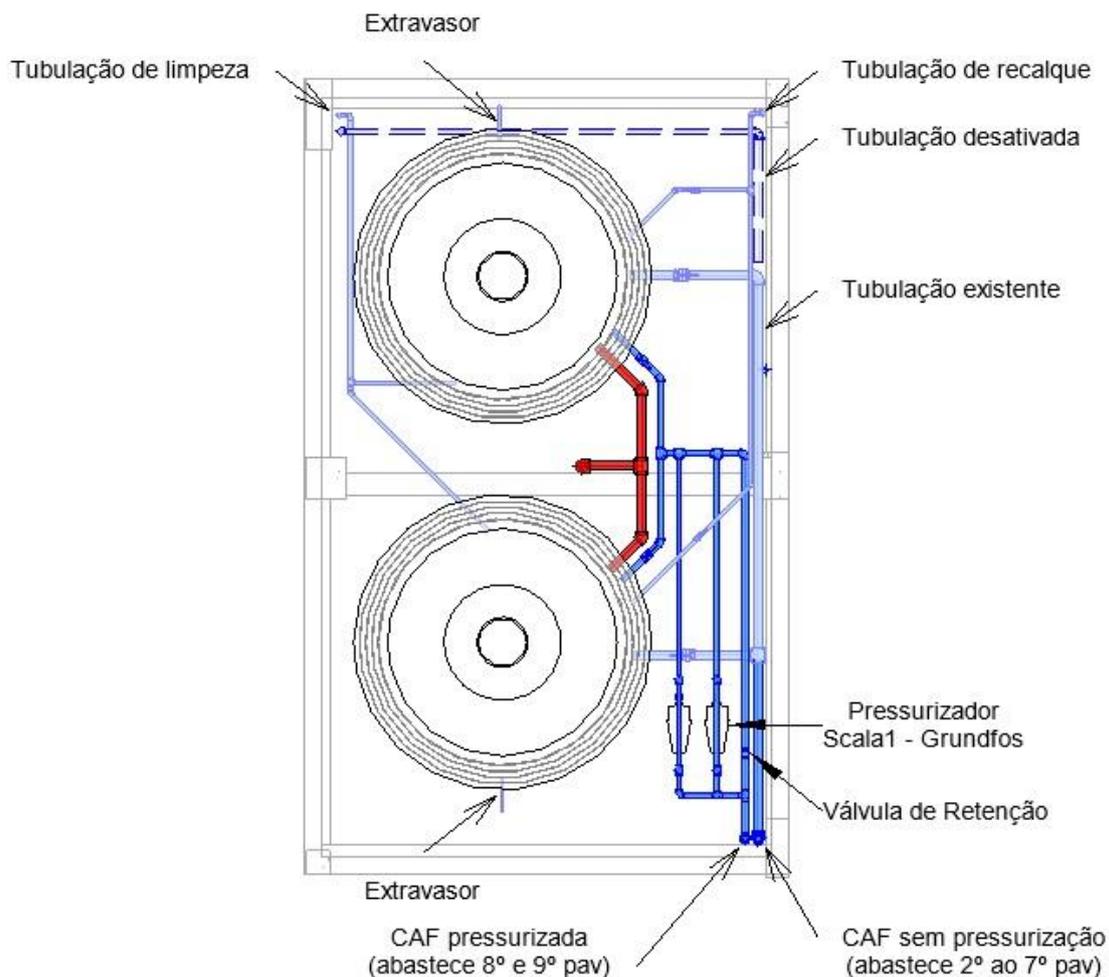
Durante o dimensionamento da tubulação, foram identificados diversos pontos que não obtinham a pressão mínima solicitada por norma. Foram realizadas diversas tentativas de aumento de diâmetro da tubulação como forma de redução da perda de carga. As tentativas foram interrompidas no momento em que não seria mais viável a execução por conta dos limites arquitetônicos, já que o detalhe em gesso previsto para a circulação não pode apresentar um tamanho muito expressivo. Devido à perda de carga elevada causada pelas grandes distâncias horizontais percorridas pela tubulação, somadas ao pequeno diâmetro existente nas tubulações que foram aproveitadas, não foi possível chegar na pressão mínima exigida por norma nos pontos mais críticos do projeto dos dois últimos pavimentos.

Assim, de posse desses resultados do dimensionamento, foi verificada a necessidade de prever um sistema de pressurização de água. A NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020) define o sistema de pressurização de água como um conjunto de componentes destinados a pressurizar parcial ou totalmente o sistema de distribuição. Para a instalação desse sistema, a distribuição de água a partir do reservatório superior até os pavimentos é feita através de duas CAF. O pressurizador foi posicionado no barrilete e alimenta a primeira CAF (figura 20, lado esquerdo) que distribui água para o 8º e o 9º pavimento. A segunda CAF (figura 20, lado direito) é alimentada diretamente pelo reservatório e distribui água do 2º ao 7º pavimento.

A norma exige que o sistema de pressurização possua no mínimo duas bombas com alternância automática entre partidas consecutivas, a fim de assegurar o abastecimento de água em caso de falha ou desativação de uma delas para manutenção. Também deve ser previsto um desvio (*by-pass*) com válvula de retenção e é necessária implementação de dispositivo capaz de admitir ar na tubulação quando de seu esvaziamento, de expulsar o ar nas operações de enchimento e de expulsar bolhas que se formem durante a sua operação normal. Todas essas exigências foram atendidas e a configuração do sistema de pressurização está apresentada na figura 20. A identificação da tubulação na imagem pode ser feita da seguinte maneira:

- Tubulação de cor vermelha: tubulação de incêndio.
- Tubulação azul-escuro: nova tubulação de água fria, ou seja, a tubulação que foi agregada no projeto para permitir a individualização da água.
- Tubulação azul-claro: tubulação de água fria existente no edifício.
- Tubulação tracejada: representa a tubulação de água fria existente no edifício, mas que foi desativada porque não pode ser aproveitada no projeto de individualização.

Figura 20 - Detalhe do reservatório superior com sistema de pressurização



(fonte: elaborada pela autora)

## 9.2 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE ÁGUA

A nova versão da NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS), publicada em 2020, não define a metodologia que deve ser utilizada para o dimensionamento das tubulações do sistema predial de água. Assim, a escolha do método fica livre para o projetista.

O método de dimensionamento empregado nesse estudo foi o estabelecido na versão anterior da NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS), publicada em 1998. Ele leva em consideração vazões determinadas por parâmetros empíricos definidos de forma experimental através da atribuição de pesos para cada aparelho sanitário.

A escolha desse método se justifica por dois fatores principais: idade da edificação e qualidade do método. Os projetos hidrossanitários do edifício estudado foram elaborados no ano de 1996, portanto, eles tiveram como base a norma vigente da época, NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS) de 1982. Essa norma também apresenta a metodologia dos pesos relativos, a única diferença é que os valores dos pesos foram modificados entre uma versão e outra. Apesar dessa diferença, é provável que os valores dos pesos relativos da norma de 1998 sejam mais adequados do que a norma anterior, que dista 14 anos da elaboração dos projetos hidrossanitários do edifício.

Outro ponto avaliado é que, como a versão de 2020 da norma não define a metodologia a ser aplicada, uma possibilidade coerente com a atualidade seria verificar as vazões informadas pelos fabricantes dos aparelhos sanitários. Entretanto, esse processo tem maior viabilidade em projetos novos de edificações não existentes cujos modelos das peças são informados na fase de projeto. No caso do edifício estudado, seria inviável visitar todos os apartamentos para identificar os modelos de peças sanitárias encontradas em cada um deles. Além de essa informação não constar em nenhum memorial descritivo do edifício, os aparelhos sanitários têm grande possibilidade de terem sido modificados ao longo do tempo, causando variação entre apartamentos. Essas justificativas levaram a escolha da metodologia de dimensionamento apresentada na norma de 1998 que vem sendo utilizada durante muitos anos e se provou ser segura e confiável.

Segundo a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998), o dimensionamento deve garantir o abastecimento de água com vazão adequada, sem levar ao superdimensionamento. As pressões ao longo da rede predial de distribuição devem ser verificadas para que não sejam inferiores a 5kPa em condições dinâmicas (com escoamento). Nos pontos de utilização a pressão mínima estabelecida é 10kPa.

O dimensionamento indicado pela NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) é iniciado através da identificação dos trechos de tubulação que serão dimensionados. A divisão dos trechos é feita nos pontos onde há mudança de vazão, mudança de material, pontos em extremidades de trechos horizontais que posteriormente desçam e nos pontos de alimentação dos aparelhos sanitários.

Após a divisão dos trechos, é feito o somatório dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pelo trecho considerado. Os pesos relativos são estabelecidos

empiricamente em função da vazão de projeto e são informados pela norma. Esses valores estão indicados na figura 21.

Figura 21 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

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

(fonte: NBR 5626, 1998, tabela A.1, p. 28)

A partir da determinação dos pesos relativos, a vazão estimada do trecho é calculada através da equação 1. Esse valor representa uma vazão provável máxima, que leva em consideração que todos os aparelhos podem não estar sendo utilizados simultaneamente com vazão máxima.

$$Q = 0,3\sqrt{\Sigma P} \quad (1)$$

Onde,

$Q$  é a vazão estimada na seção considerada [L/s];

$\Sigma P$  é a soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

Assim, a partir de um diâmetro escolhido para o trecho, se faz a verificação da velocidade da água no interior da tubulação (equação 2). A norma de 1998 recomenda que as tubulações devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água, em qualquer trecho de tubulação, não atinja valores superiores a 3 m/s.

$$v = 4 \cdot 10^{-3} \times Q \times \pi^{-1} \times d^{-2} \quad (2)$$

Onde,

$V$  é a velocidade [m/s];

$Q$  é a vazão estimada [l/s];

$d$  é o diâmetro interno da tubulação [mm].

Uma vez atendidas as velocidades limites em cada trecho, são verificadas as pressões dinâmicas mínimas. Nesse sentido são estimadas as perdas de carga, que se referem à energia perdida pela água durante seu deslocamento pela tubulação e são provocadas por atrito entre a água e as paredes da tubulação, sendo classificadas em perdas de carga contínuas (trechos retilíneos de tubulação) e localizadas (peças como registros, curvas, joelhos, te, etc). Inicialmente é calculada a perda de carga unitária (equação 3, que é adequada para materiais lisos, como tubos de plástico e cobre). A perda de carga contínua é o produto da perda de carga unitária e do comprimento real da tubulação. A perda de carga localizada é o produto da perda de carga unitária e do comprimento equivalente estimado para cada peça. O comprimento real é medido através do traçado do projeto e o comprimento equivalente das conexões foi fornecido pelo fabricante através da tabela no apêndice B. A soma dessas duas perdas de carga, resulta na perda de carga total do trecho.

$$J = 8,69 \times 10^6 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75} \quad (3)$$

Onde,

$J$  é a perda de carga unitária [kPa/m];

$Q$  é a vazão estimada [L/s];

$d$  é o diâmetro interno da tubulação [mm].

Para calcular a pressão disponível no extremo de jusante do trecho é necessário a adicionar ao valor de pressão disponível no extremo de montante, o valor correspondente a diferença de cotas entre a entrada e a saída do trecho, sendo positiva se a diferença ocorrer no sentido da descida e negativa se ocorrer no sentido da subida.

A pressão residual disponível é calculada subtraindo-se as perdas de carga da tubulação e das conexões, da pressão disponível no trecho. É essa variável que deve atender os valores mínimos estabelecidos pela norma. Caso os valores sejam atendidos, o diâmetro escolhido para o trecho pode ser utilizado, caso contrário é necessário aumentar o diâmetro deste trecho ou de trechos localizados a montante.

Segundo o memorial descritivo do projeto hidrossanitário do edifício estudado, a tubulação existente de água fria é de PVC. Buscando compatibilidade entre a tubulação nova e a existente, foi definido que o material utilizado seria tubulação de PVC soldável da marca Tigre. Assim, a tabela de comprimentos equivalentes (apêndice B), os diâmetros nominais e diâmetros internos foram fornecidos pela marca Tigre. Os diâmetros das tubulações existentes que foram preservadas e incluídas no dimensionamento foram obtidos através do projeto hidrossanitário do edifício.

Um ponto relevante do dimensionamento é que não se sabe ao certo o estado de conservação das tubulações existentes. Como o edifício já apresenta mais de 20 anos de idade, existe uma incerteza quanto ao grau de rugosidade interna das tubulações já existentes e isso implica diretamente na perda de carga da tubulação. Esse é mais um motivo favorável à inclusão do pressurizador para os dois últimos pavimentos, dado as incertezas a respeito das verdadeiras perdas de cargas no sistema. Nesse caso, se as perdas de cargas forem maiores que as que foram estimadas, a solução seria apenas trocar o pressurizador por um que atenda a rede de forma mais adequada.

O processo de dimensionamento está explicitado no memorial de cálculo incluído no apêndice C. O item 9.5 apresenta imagens com o resultado do dimensionamento. O apêndice D apresenta a planta baixa do 7º, 8º e 9º pavimentos, assim como detalhamentos para facilitar a visualização e vistas com os pontos de utilização cotados. Nessas pranchas estão incluídas a divisão dos trechos de tubulação utilizados no dimensionamento.

### 9.3 DIMENSIONAMENTO E ESCOLHA DO HIDRÔMETRO

Netto (1998) afirma que a função dos hidrômetros é fazer a medição da água que escoar em intervalos relativamente longos. No Brasil, os hidrômetros mais utilizados são do tipo velocimétrico e o autor sustenta sua popularidade afirmando que “são mais baratos, mais simples, de reparação mais fácil e mais insensíveis às impurezas das águas”.

A escolha correta do hidrômetro a ser implementado na edificação é de extrema importância para que não aconteça submedição da passagem de água. Essa situação acontece quando grande parte das vazões no ramal de alimentação são inferiores à vazão mínima medida pelo hidrômetro de forma que não são detectadas. (PEREIRA, 2007).

Para a determinação dos medidores foi seguida a Instrução Técnica nº 150 – Medição Individualizada de Água em Condomínio, apresentada pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) que recomenda que os hidrômetros para instalação na horizontal tenham as seguintes características: tipo unijato ou multijato, transmissão magnética, diâmetro nominal de 20mm, vazão nominal de 1,5 m<sup>3</sup>/h, classe B, relojoaria seca, totalizador ciclométrico com dígitos saltantes, pré equipado para transmissão remota. A instrução Técnica também acrescenta que poderá ser utilizado um hidrômetro de vazão nominal maior que 1,5m<sup>3</sup>/h quando o dimensionamento mostrar necessidade.

Existem diferentes métodos para a determinação das vazões de projeto que são utilizadas para definir o hidrômetro. O método probabilístico, por exemplo, desenvolvido por Oliveira et al. (2010) considera diversos fatores para chegar na real condição de solicitação do sistema, apresentando maior precisão quando comparado ao método da NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998). Entretanto, são necessárias pesquisas em campo para o levantamento de vazões e frequências médias de uso dos aparelhos sanitários, o que dificulta sua implementação.

O método estabelecido na NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) é bastante utilizado porque é um método simples e apresenta resultados satisfatórios. Assim, o hidrômetro escolhido deve apresentar uma vazão nominal próxima a vazão calculada no trecho onde será instalado. A tabela a seguir apresenta a vazão do trecho de instalação nos apartamentos do pavimento tipo, a vazão nominal do hidrômetro escolhido e a perda de carga fornecida pelo fabricante. A vazão do trecho foi calculada através da equação 1.

Tabela 1 – Determinação da perda de carga do hidrômetro

<b>Apartamento</b>	<b>DN do trecho (mm)</b>	<b>Vazão do trecho (L/s)</b>	<b>Vazão do trecho (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Vazão nominal do hidrômetro (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>Perda de carga (kPa)</b>
<b>Final 01 e 04</b>	20	0,66	2,38	2,5	30
<b>Final 02, 03, 05 e 06</b>	20	0,63	2,27	2,5	28

(Fonte: elaborada pela autora)

Considerando as vazões de 2,38m<sup>3</sup>/s e 2,27m<sup>3</sup>/s encontradas nos trechos através da aplicação do dimensionamento apresentado pela norma, o hidrômetro que apresenta vazão nominal de 2,5m<sup>3</sup>/s atende os trechos.

O hidrômetro escolhido foi o Hidrômetro Unijato da marca Hidrometer ele é um medidor de consumo de água para uso residencial, comercial e industrial e está de acordo com a Portaria 246:2000 do INMETRO e a norma NBR 8149 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1983). A figura abaixo (figura 22) apresenta todas as opções de hidrômetros unijato disponibilizados pelo fabricante. O hidrômetro escolhido está na última coluna, apresenta diâmetro nominal de 20mm e vazão nominal de 2,5m<sup>3</sup>/s.

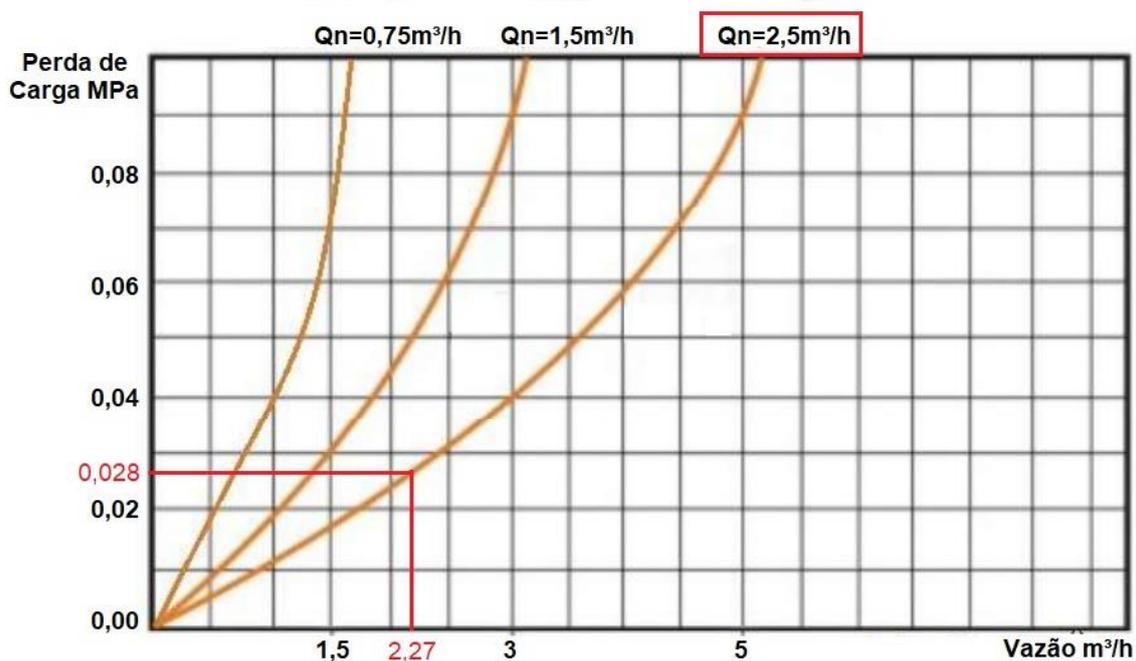
Figura 22 - Opções de hidrômetros unijato disponibilizados pelo fabricante

<b>Diâmetro Nominal (DN)</b>	<b>Pol.</b>	<b>½"</b>	<b>½"</b>	<b>¾"</b>	<b>¾"</b>	<b>¾"</b>
	<b>mm.</b>	15	15	20	20	20
<b>Vazão Máxima - Q<sub>max</sub>.</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	1,5	3	1,5	3	5
<b>Vazão Nominal - Q<sub>n</sub>.</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>	0,75	1,5	0,75	1,5	2,5
<b>Vazão Transição - Q<sub>t</sub>.</b>	<b>l/h</b>	60	120	60	120	200
<b>Vazão Mínima - Q<sub>min</sub>.</b>	<b>l/h</b>	15	30	15	30	50
<b>Início de Funcionamento Típico</b>	<b>l/h</b>	8	10	8	10	18
<b>Máxima Indicação de Leitura</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	9.999 ou 99.999				
<b>Mínima Indicação de Leitura</b>	<b>l</b>	0,02				
<b>Pressão Máxima de Trabalho</b>	<b>bar</b>	10				
<b>Temperatura Máxima de Trabalho</b>		40°C (versões para 90°C)				
<b>Tipo de Conexões</b>		Rosca BSP				

(fonte: Hidrometer, disponível em <https://www.hidrometer.com.br/unijato>)

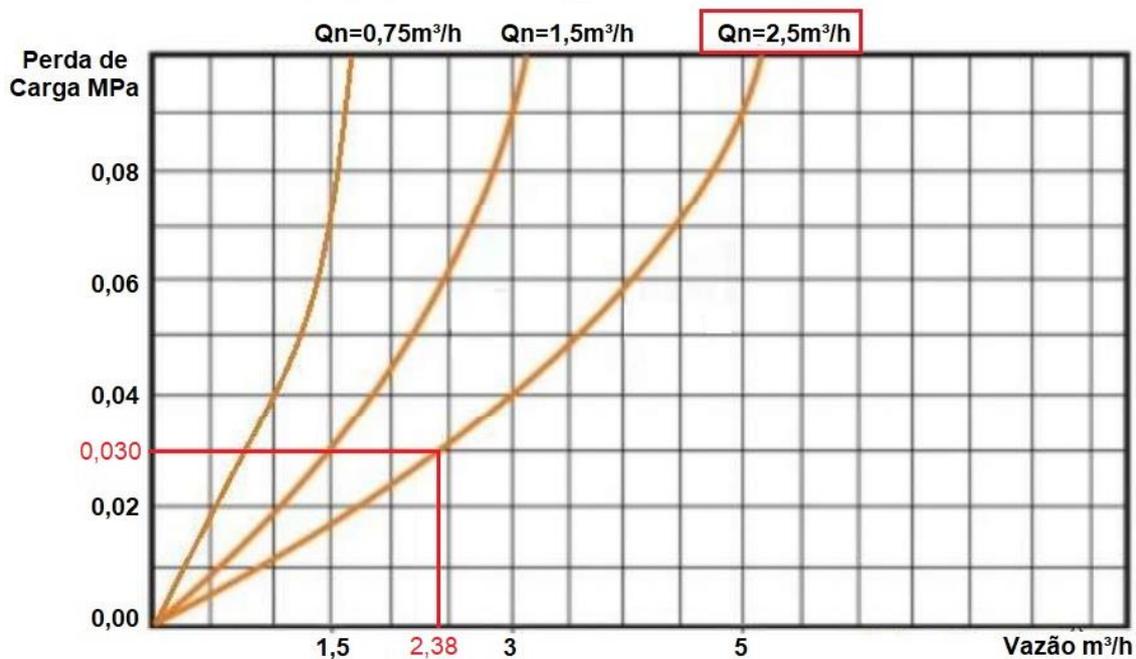
A perda de carga nos medidores foi definida através do gráfico disponibilizado pelo fabricante (figuras 23 e 24). Foram utilizados os seguintes dados: vazão identificada no trecho onde o hidrômetro será instalado e vazão nominal do hidrômetro escolhido. Assim, chegou-se aos valores que estão identificados em vermelho nas figuras e que foram adicionados na última coluna da tabela 1.

Figura 23 – Gráfico da perda de carga do hidrômetro que alimenta os apartamentos com finais 02, 03, 05 e 06



(fonte: Hidrometer, disponível em <https://www.hidrometer.com.br/unijato>)

Figura 24 - Gráfico da perda de carga do hidrômetro que alimenta os apartamentos com finais 01 e 04



(fonte: Hidrometer, disponível em <https://www.hidrometer.com.br/unijato>)

Foi realizada uma verificação desse valor através da aplicação da equação 4 para determinação da perda de carga apresentada pela norma NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998).

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\text{máx}})^{-2} \quad (4)$$

Onde:

$\Delta h$  é a perda de carga no hidrômetro [kPa];

$Q$  é a vazão estimada na seção considerada [L/s];

$Q_{\text{máx}}$  é a vazão máxima especificada para o hidrômetro [m<sup>3</sup>/h].

A tabela abaixo (figura 25) é apresentada pela norma e apresenta os valores de vazão máxima para os hidrômetros.

Figura 25 - Valor da vazão máxima ( $Q_{\text{máx}}$ ) em hidrômetros

$Q_{\text{máx.}}$ M <sup>3</sup> /h	Diâmetro nominal DN
1,5	15 e 20
3	15 e 20
5	20
7	25
10	25
20	40
30	50

(fonte: NBR 5626, 1998, tabela A.4, p. 31)

Considerando a vazão estimada como 0,66L/s para os apartamentos com finais 01 e 04 e a vazão máxima identificada na tabela para diâmetro de 20mm, 5m<sup>3</sup>/h, o valor da perda de carga resultou em 22,6kPa, através da equação 4.

Comparando a perda de carga do hidrômetro obtida através da norma, 22,6kPa, com o valor informado pelo fabricante, de 30kPa, para os apartamentos final 01 e 04, pode-se perceber que os valores estão próximos e a perda de carga informada pelo fabricante é adequada.

#### 9.4 DIMENSIONAMENTO E ESCOLHA DO SISTEMA DE PRESSURIZAÇÃO

O sistema de pressurização é utilizado para aumentar a pressão em um sistema de água de modo a atingir pelo menos as pressões mínimas solicitadas pela norma. Esse sistema é composto por uma ou mais bombas que elevam a pressão da água independente da vazão e da pressão de entrada.

É de extrema importância fazer a escolha correta do sistema de pressurização porque uma bomba superdimensionada, é um equipamento com valor mais elevado e que, por ter uma potência maior, gera mais gastos com energia elétrica. Ademais, em casos extremos, uma pressão excessiva na rede de distribuição pode danificar a tubulação. No caso de subdimensionamento o equipamento pode não atender as exigências mínimas para sua funcionalidade. Além disso, caso fluido seja transportado abaixo da pressão de vapor, pode ocorrer danificação o equipamento, comprometendo a vida útil do sistema e apresentando risco de acidentes.

O dimensionamento do sistema de pressurização é feito através da determinação do ponto de funcionamento da bomba. Esse ponto é determinado através da intersecção entre a curva do sistema e a curva característica do equipamento. Dada a complexidade da curva do sistema considerando o grande número de combinações de grupo de aparelhos que podem estar em funcionamento, foram analisadas três situações de uso de água para a verificação da vazão e da altura manométrica correspondentes. Sabendo que a pressurização vai atender o 8º e o 9º pavimentos, as situações são válidas para esses dois pavimentos.

- Situação 1: nenhum aparelho sanitário sendo utilizado. A vazão do sistema é nula.
- Situação 2: apenas os chuveiros em funcionamento. A vazão do sistema é o somatório da vazão de todos os chuveiros em funcionamento.
- Situação 3: todos os aparelhos sanitários funcionando. A vazão do sistema é definida pelo somatório de pesos dos aparelhos sanitários através da equação 1.

A altura manométrica é definida através da seguinte equação:

$$H_m = H_g + h_f \quad (5)$$

Onde,

$H_m$  é a altura manométrica da instalação [m];

$H_g$  é a altura geométrica [m];

$H_f$  é a perda de carga total [m].

A altura manométrica foi determinada para dois pontos que apresentam as menores pressões, que são pontos mais críticos do sistema de água predial: o chuveiro do apartamento do zelador localizado no 9º pavimento (ponto crítico A) e o chuveiro do 4º pavimento fazendo o caminho da água quente (ponto crítico B). A altura geométrica é a diferença de altura entre o nível mínimo da água no reservatório superior e os chuveiros especificados para os pontos críticos A e B. A perda de carga é calculada segundo o procedimento especificado no item 9.2 do dimensionamento da tubulação. Além disso, como a norma exige uma pressão mínima de 10kPa nesses pontos hidráulicos, é necessário incluir essa pressão no cálculo, para garantir que ela seja atendida.

A tabela a seguir resume os valores encontrados para essas duas situações para a definição da curva do sistema.

Tabela 2 – Vazões e altura manométrica para elaboração da curva do sistema para os Pontos Críticos A e B

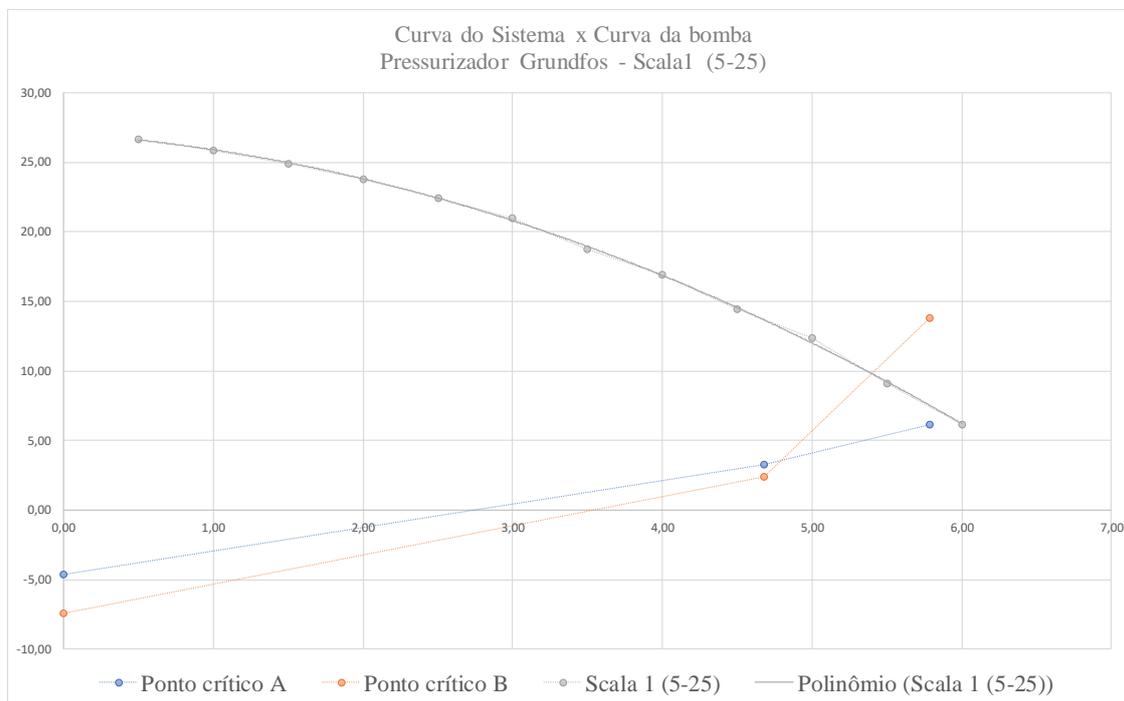
<b>Ponto crítico A</b>			
<b>Ponto</b>	<b>hgeom (m)</b>	<b>Q (m³/h)</b>	<b>hman (m)</b>
<b>1</b>	-4,62	0,00	-4,62
<b>2</b>	-4,62	4,68	3,28
<b>3</b>	-4,62	5,79	6,13
<b>Ponto crítico B</b>			
<b>Ponto</b>	<b>hgeom (m)</b>	<b>Q (m³/h)</b>	<b>hman (m)</b>
<b>1</b>	-7,47	0,00	-7,47
<b>2</b>	-7,47	4,68	2,36
<b>3</b>	-7,47	5,79	13,81

(fonte: elaborada pela autora)

Após a determinação da curva do sistema é necessário encontrar uma bomba que apresente uma curva característica que seja adequada ao sistema. Netto (1998) afirma que os resultados de ensaio de uma bomba centrífuga funcionando com velocidade constante, podem ser representados em um diagrama traçando-se as curvas características de carga, rendimento e potência absorvida em relação à vazão. Assim, cada modelo de pressurizador apresenta uma curva característica diferente.

Para definição do modelo escolhido a curva do sistema e a curva característica foram sobrepostas afim de identificar um ponto de intersecção, que é o ponto de funcionamento, ou de trabalho, da bomba. Nesse ponto, a energia fornecida é igual a necessária para que dada vazão seja bombeada. Para tanto, foi escolhido uma bomba cujo ponto de funcionamento esteja próximo a vazão estabelecida para a situação 3, já que é a mais representativa para o sistema. A figura 26 apresenta a intersecção da curva do sistema dos pontos críticos A e B com a curva característica do pressurizador.

Figura 26 - Curva do sistema e curva da bomba



(fonte: elaborada pela autora)

Sendo assim, o pressurizador escolhido foi o modelo Scala 1 5-25 da marca Schneider, que segundo as premissas adotadas no projeto, atende de forma satisfatória a pressurização dos dois últimos pavimentos da edificação. Esse modelo de pressurizador é um sistema compacto destinado a pressurização em aplicações domésticas e comerciais, tais como irrigação de jardins ou pressurização de casas e apartamentos. A figura 27 apresenta o pressurizador escolhido.

Figura 27 – Pressurizador Scala1, Grunfos.



(fonte: Grundfos, disponível em <https://product-selection.grundfos.com/br/products/scala/scala1>)

É importante salientar que se sugere que o ponto de funcionamento da bomba seja verificado no momento de instalação da mesma, devido às incertezas da perda de carga promovidas pela utilização da tubulação existente.

Segundo a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020): “O sistema de pressurização deve ser montado de forma a garantir a continuidade do abastecimento. Deve ser previsto um desvio (*by-pass*) com válvula de retenção e sem válvulas de bloqueio, de forma que o abastecimento por gravidade seja automático na falha ou parada da bomba para manutenção.”. Dessa forma, para a tubulação *by-pass* foi determinado um diâmetro de 50mm de forma que, se houver interrupção nos dois pressurizadores ao mesmo tempo, os dois últimos pavimentos ainda sejam atendidos.

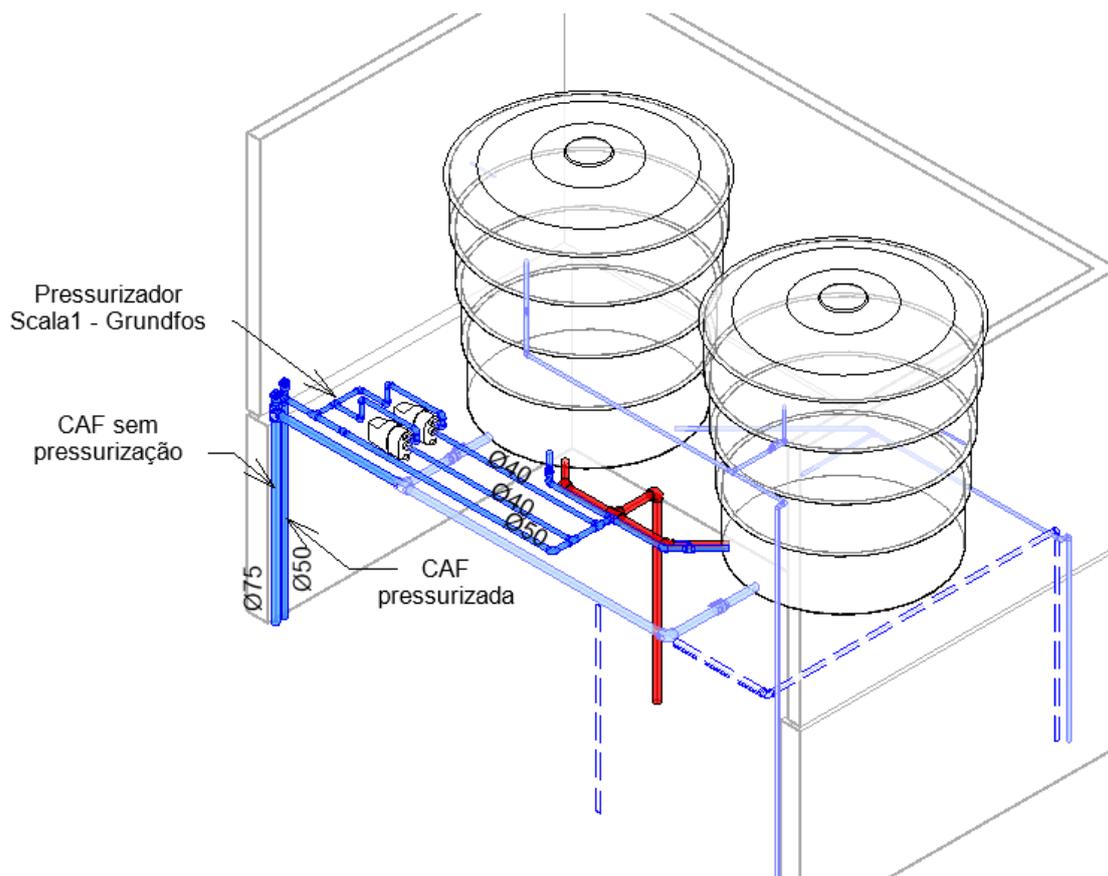
## 9.5 RESULTADOS GERAIS DO DIMENSIONAMENTO

Já que a rede de água foi dividida em rede com pressurizador e sem pressurizador, foi necessário prever duas CAFs principais para distribuição de água, como indicado no item 9.4. A CAF pressurizada apresenta um diâmetro nominal de 50mm. A CAF que não sofre pressurização mecânica apresenta um diâmetro nominal de 75mm, devido a necessidade de minimizar as perdas de carga prevendo um diâmetro maior. Considerando o viés estético e funcional, se faz necessário prever um detalhe arquitetônico para abrigo da CAF pressurizada no 8º e 9º pavimentos porque, devido a limitação do espaço físico comentada anteriormente, ela foi posicionada de forma que fique projetada para frente da parede.

No pavimento do reservatório foi indicado um diâmetro nominal de 40mm para a tubulação tanto de aspiração quanto de descarga do pressurizador, conforme indicação do fabricante. A tubulação *by-pass* seguiu o diâmetro de 50mm previsto para a CAF pressurizada, de forma a proporcionar abastecimento por gravidade até uma vazão que represente, aproximadamente, a situação 2 descrita no item 9.4, ou seja, todos os chuveiros do 8º e 9º pavimentos sendo utilizados ao mesmo tempo. A figura 28 apresenta o pavimento do reservatório superior com os diâmetros nominais da tubulação indicados. Na figura fica claro o trecho adicionado à tubulação existente de saída do reservatório para abastecimento da CAF que atende do 2º ao 7º pavimento tipo e o trecho adicionado para abastecimento do pressurizador e tubulação *by-pass* que atende os dois últimos pavimentos.

- Tubulação de cor vermelha: tubulação de incêndio;
- Tubulação azul-escuro: nova tubulação de água fria;
- Tubulação azul-claro: tubulação de água fria existente no edifício;
- Tubulação tracejada: tubulação desativada.

Figura 28 - Reservatório superior com indicação dos diâmetros nominais

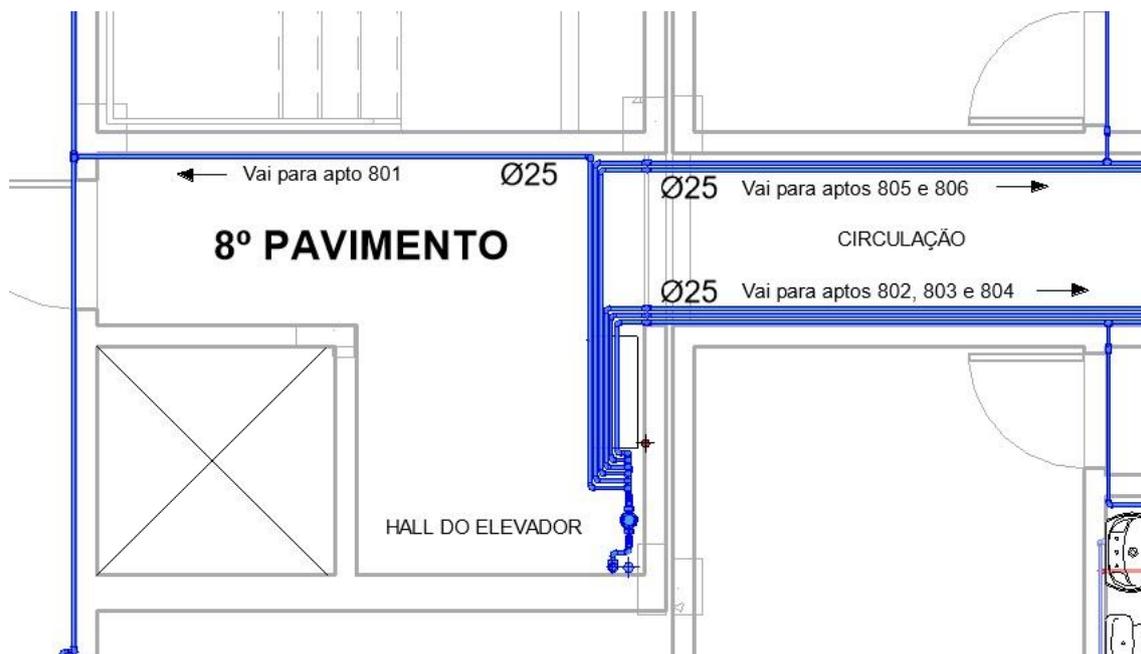


(fonte: elaborada pela autora)

A fim de reduzir os custos com materiais e considerando que os últimos pavimentos apresentam rede de água pressurizada, foi utilizado um diâmetro nominal menor nos ramais do 8º pavimento comparado aos diâmetros dos ramais do 7º e demais pavimentos tipo. Essa mudança acarreta maior perda de carga na tubulação do 8º pavimento, no entanto, essa perda é contornada pela pressurização mecânica da rede. As figuras 29 e 30 apresentam um comparativo entre a tubulação da circulação do 8º pavimento, que apresenta rede pressurizada e do 7º pavimento, sem pressurização artificial.

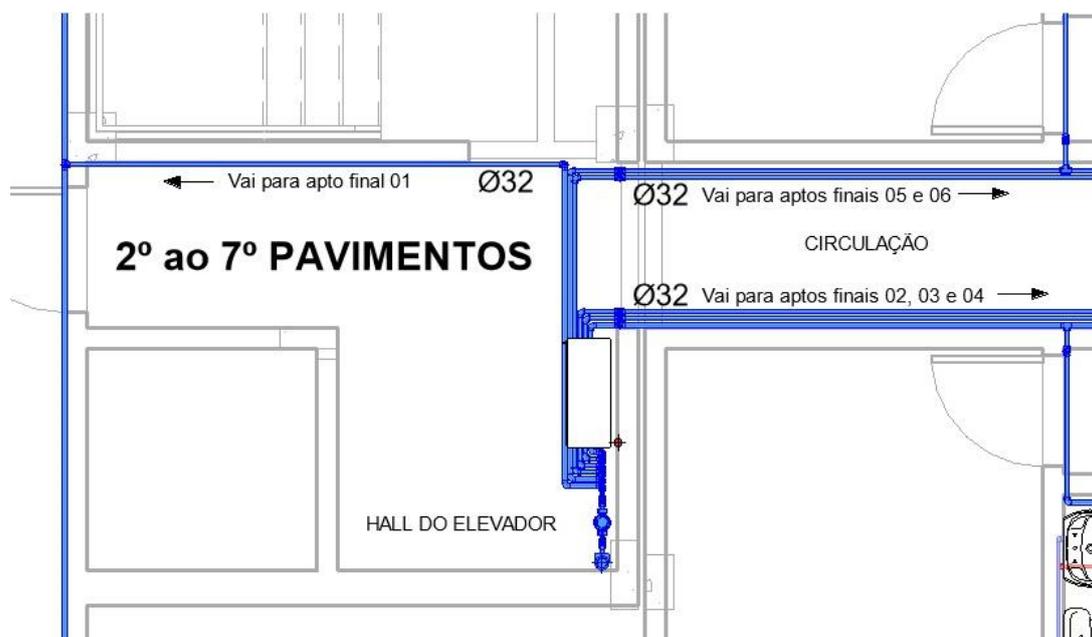
Na figura 29 também se observa as colunas de água alinhadas horizontalmente no hall do elevador, confirmando a necessidade de um detalhe arquitetônico para abrigo dessa tubulação. Consta-se, portanto, que devido a configuração arquitetônica e estrutural do edifício, a área comum dos pavimentos tipo são os locais que mais sofrem intervenções estéticas, devido a necessidade de inclusão de vários detalhes arquitetônicos para abrigo da tubulação.

Figura 29 - Área comum do 8º pavimento com indicação dos diâmetros nominais



(fonte: elaborada pela autora)

Figura 30 - Área comum do 2º ao 7º pavimentos com indicação dos diâmetros nominais



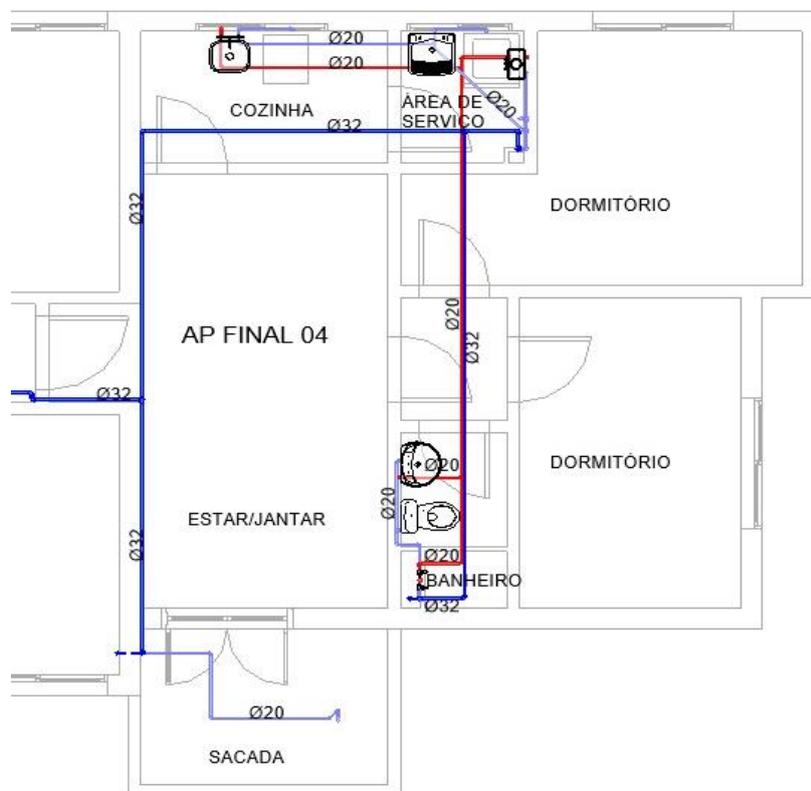
(fonte: elaborada pela autora)

No caso da rede interna dos apartamentos, a tubulação existente nas áreas hidráulicas foi mantida. O ramal que alimenta cada área hidráulica, ao passar pelo hidrômetro, segue até cada apartamento e é ligada no ponto onde a tubulação existente era abastecida originalmente pela CAF. Sendo assim, os diâmetros dos cômodos foram mantidos e os ramais de abastecimento apresentam diâmetro nominal de 32mm, do 2º ao 7º pavimento e 25mm no 8º pavimento. As figuras 31 e 32 apresentam o resultado dos diâmetros definidos para o apartamento mais crítico, o apartamento final 04 do 7º pavimento. Esse apartamento é considerado o mais crítico porque para chegar nele é necessário percorrer a maior distância horizontal entre todos os apartamentos. As figuras apresentam quatro tipos de tubulação:

- Tubulação vermelha: representa a tubulação de água quente existente no edifício. Ela não foi modificada no projeto.
- Tubulação azul-escuro: representa a nova tubulação de água fria, ou seja, a tubulação que foi agregada no projeto para permitir a individualização da água.
- Tubulação azul-claro: representa a tubulação de água fria existente no edifício. Ela está concentrada nas áreas hidráulicas de cada apartamento e foi aproveitada no projeto de individualização.
- Tubulação tracejada: representa a tubulação de água fria existente no edifício, mas que foi desativada porque não pode ser aproveitada no projeto de individualização. São exemplos desse tipo de tubulação: CAF e barrilete.

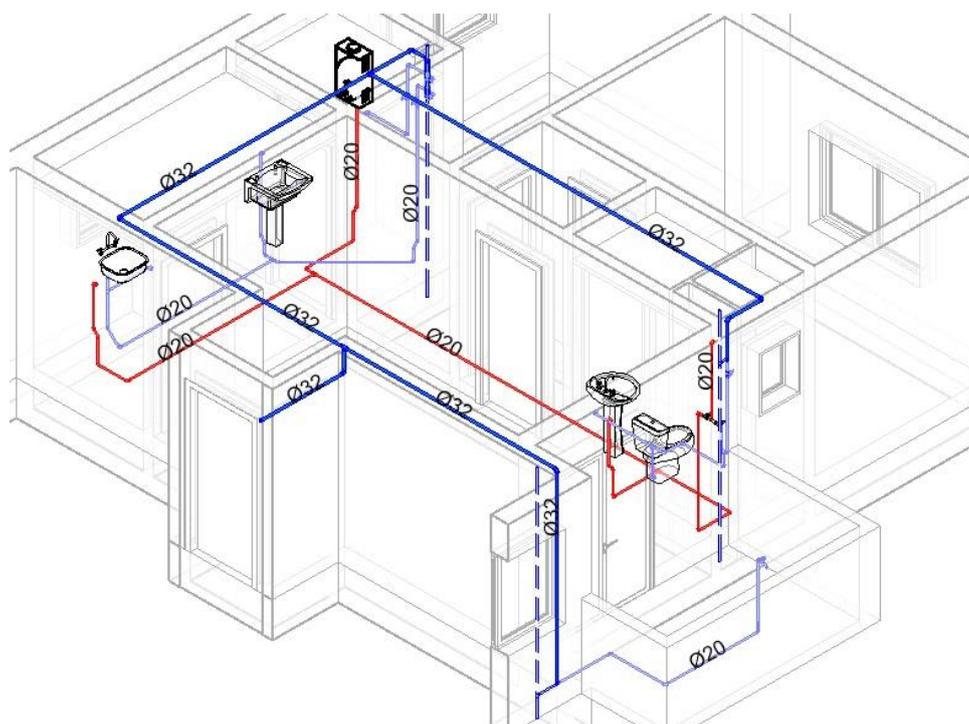
As plantas baixas e detalhes do 7º, 8º e 9º pavimentos, estão apresentadas no apêndice D.

Figura 31 - Planta baixa com indicação dos diâmetros nominais no apartamento mais crítico



(fonte: elaborada pela autora)

Figura 32 – Vista isométrica com indicação dos diâmetros da tubulação no apartamento mais crítico



(fonte: elaborada pela autora)

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, buscou-se fazer um projeto de adaptação do sistema de medição coletiva de um edifício multifamiliar existente para o sistema de medição individualizada. Para tanto, foi desenvolvido e dimensionado um novo sistema de distribuição de água que complementou o existente de forma a viabilizar a implementação de medidores individuais de água em cada unidade autônoma. O projeto teve como diretrizes as normas vigentes e foi desenvolvido considerando a configuração presente no edifício, levando em conta suas particularidades.

Apesar dos desafios impostos pela configuração estrutural e arquitetônica do edifício estudado, foi possível desenvolver uma solução adequada para o traçado conciliando as limitações físicas com um projeto otimizado. Na fase de dimensionamento, foi verificada a necessidade de implementação de um sistema de pressurização para o atendimento das pressões necessárias nos dois últimos pavimentos. Por mais que esse tipo de equipamento eleve o custo da individualização, seu uso é comum nesse tipo de medição devido as maiores distâncias horizontais percorridas pela tubulação, e conseqüentemente maiores perdas de cargas.

Apesar de todas as modificações que a troca de sistema de medição acarreta no sistema predial de água, sabe-se que a redução do consumo de água apresenta grandes impactos ambientais e econômicos. Os antigos hábitos de consumo presentes em uma época em que a água era classificada como recurso inesgotável não são mais adequados para situação atual. Esse grande descaso com o consumo de água era justificado pela forma injusta de rateio da conta total de água. A publicação da Lei federal nº 13.312 contextualiza esse cenário de mudança de padrões na medição da água e reconhece a superioridade do sistema de medição individualizado sobre a medição coletiva.

A mudança cultural, seja ela fomentada por questões de economia atreladas tanto ao custo para o consumidor quanto ao meio ambiente, confirma as vantagens da implementação desse tipo de sistema. Sendo assim, apesar do desafio que a individualização do sistema de medição traz, é possível perceber que a adaptação de um sistema predial existente é uma prática cabível. As inúmeras vantagens apresentadas transcendem os empecilhos físicos encontrados nas edificações que não foram projetadas para receber um sistema de medição individualizada.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalações prediais de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalações prediais de água fria**. Rio de Janeiro, 2020.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **BIM na Quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção: Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC**. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei Federal n. 13.312, de 12 de julho de 2016**. Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, para tornar obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais. Brasília, DF, 2016. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm). Acesso em 12 de fevereiro de 2021.

CARVALHO, W.F. **Medição individualizada de água em apartamentos**. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

COELHO, A. C. **Medição de água individualizada: manual do condomínio**. Olinda. Luci Artes Gráficas, 2004.

COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. B. **Medição Individualizada de Água em Apartamentos**. Recife, Editora Comunicarte, 1999.

DANTAS, C. T. et al. **Análise dos custos de implementação do sistema de medição individualizada em edifícios residenciais multifamiliares**. São Paulo: Unicamp, 2003.

DE CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura**. 7. ed. São Paulo: Blucher, 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, L. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. São Paulo: Bookman, 2014.

FERRARO, F. A. **Implantação de Medição Individualizada de Água Quente em Prédios: Comparação entre os Sistemas**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FOLETTTO, T. B. **Projeto de instalações hidráulicas com medição individualizada em edifícios residenciais**. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

FRANCISCO, W. C. **O crescimento populacional no mundo**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/o-crescimento-populacional-no-mundo.htm>. Acesso em 12 de abril de 2021.

HOLANDA, M. A. **Medição individualizada em edifício residenciais: controle e redução do consumo de água potável**. Dissertação de Mestrado – Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2007.

ILHA, M. S.; OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. **Sistemas de medição individualizada de água: como determinar as vazões de projeto para a especificação dos hidrômetros?**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 15, n. 2, p. 177-186, 2010.

LIMA, B. C. et al. **Sistema de medição individualizada de água: estudo de caso de edifício comercial em São Paulo**. REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 11, n. 3, 2016.

MACINTYRE, A. J. **Bombas e instalações de bombeamento**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

MACINTYRE, A. J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

NETTO, Azevedo. **Manual de Hidráulica**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 1998.

OLIVEIRA, L.H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. Tese de Doutorado - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PICCOLI, H. S. **Elaboração com ferramentas BIM de projetos com sistemas hidráulicos prediais com medição coletiva e individualizada de água.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

PORTO ALEGRE. **Lei Complementar nº 622, de 23 de junho de 2009.** Altera o Art. 12 da Lei Complementar nº 170, de 31 de dezembro de 1987 – que revoga a Lei Complementar nº 32, de 7 de janeiro de 1977, estabelece normas para instalações hidrossanitárias e serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário prestados pelo DMAE e dá outras providências -, e alterações posteriores, dispondo sobre ligações de água individualização da medição. Porto Alegre: Câmara Municipal, [2009]. Disponível em: <https://cm.jusbrasil.com.br/legislacao/906734/lei-complementar-622-09>. Acesso em: 11 fev 2021.

PORTO ALEGRE. **Lei Complementar nº 284, de 27 de outubro de 1992.** Institui o Código de Edificações de Porto Alegre e dá outras providências. Porto Alegre: Câmara Municipal, [1992]. Disponível em: [http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smov/usu\\_doc/codigo.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smov/usu_doc/codigo.pdf). Acesso em: 09 nov 2020.

PORTO ALEGRE. **Instrução Técnica 150 – Medição Individualizada de Água em Condomínios.** Departamento Municipal de Água e Esgotos, rev 3, 2014.

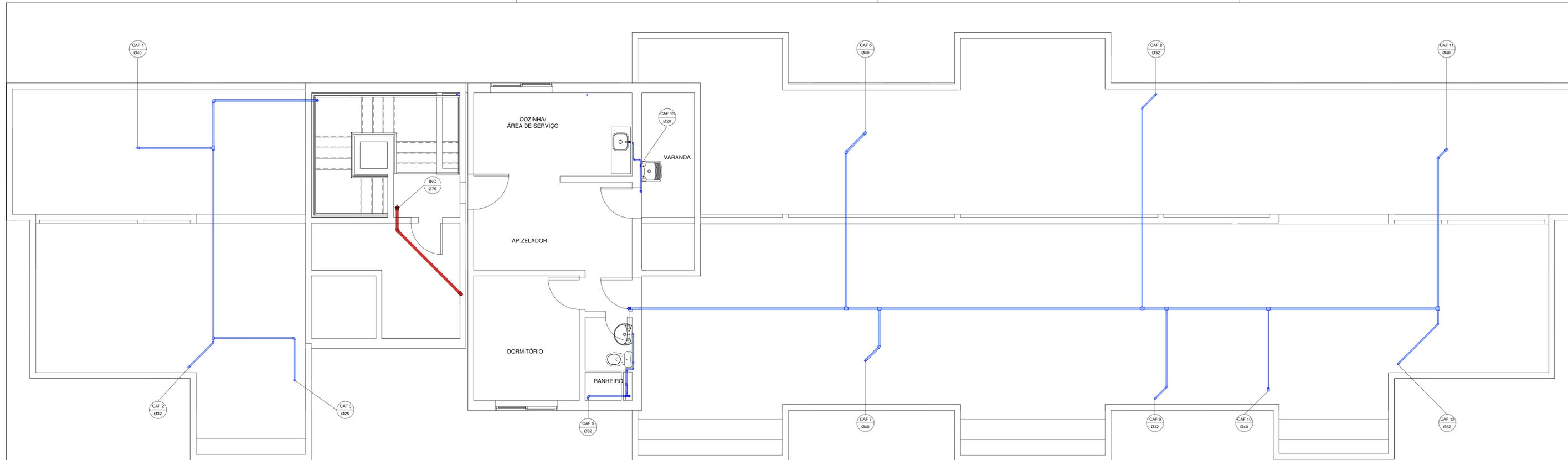
PORTO ALEGRE. **Resolução Técnica nº 11 – Parte 01 Saídas de Emergência 2016.** Corpo de Bombeiros Militares do Rio Grande do Sul, 2016.

SISTEMA de pressurização. **Grundfos**, [s.d.]. Disponível em: <https://www.grundfos.com/br/learn/research-and-insights/pressure-boosting-system>. Acesso em: 14 abr 2021.

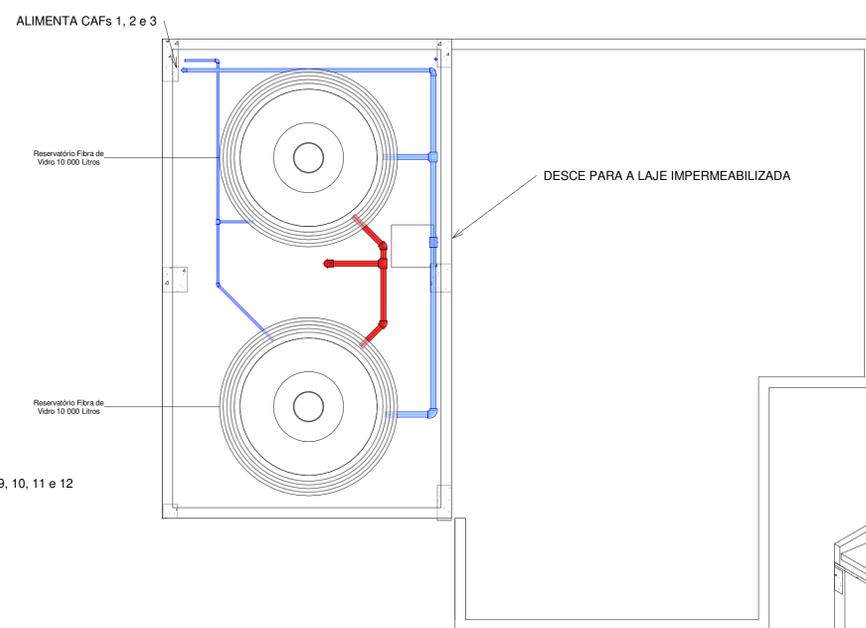
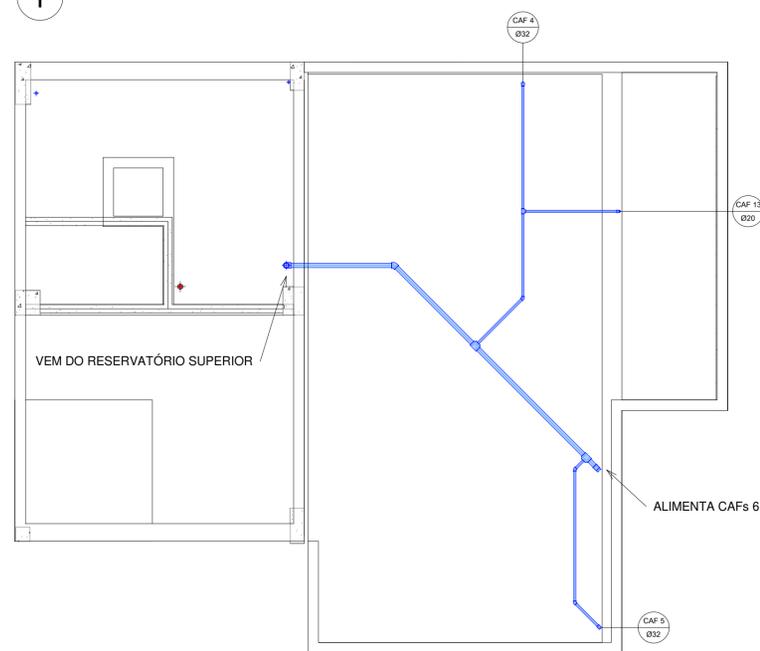
VICTORINO, C. J. A. **Planeta Água Morrendo de Sede: uma visão analítica da metodologia de uso e abuso dos recursos hídricos.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIOMOTO, E. **Os impactos do sistema de medição individualizada de água.** São Paulo: EPUSP, 2001.

**APÊDICE A – PROJETO HIDRÁULICO ORIGINAL DO EDIFÍCIO  
ESTUDADO**



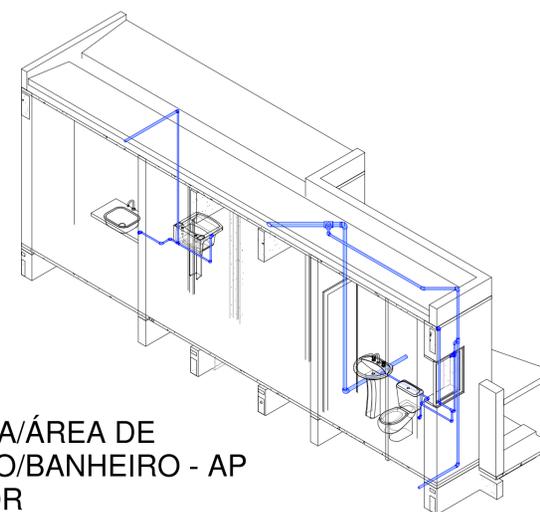
1 CASA DE MÁQUINAS



2 LAJE IMPERMEABILIZADA

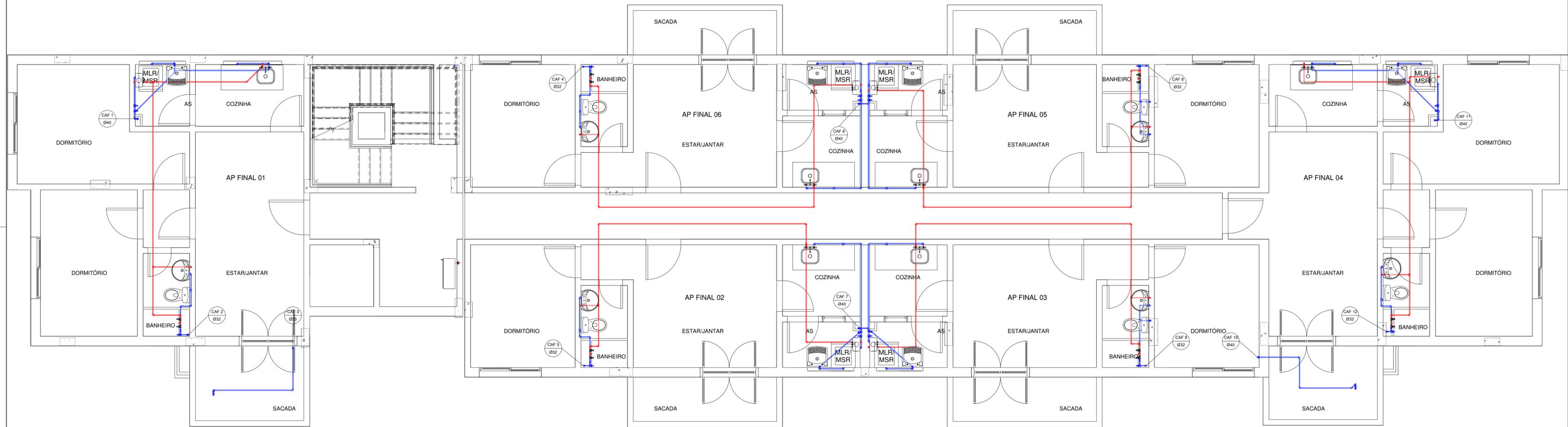
3 COBERTURA CASA DE MÁQUINAS

4 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO/BANHEIRO - AP ZELADOR



LEGENDA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	
<b>TUBULAÇÃO</b>	<b>ÁGUA</b>
	ÁGUA FRIA EXISTENTE
	ÁGUA FRIA DESATIVADA
	ÁGUA FRIA NOVA
	ÁGUA QUENTE
	<b>PEÇAS E ACESSÓRIOS</b>
1	REDUÇÃO
2	JOELHO 90°
3	JOELHO 45°
4	TE 90°
5	ROC - REGISTRO DE GAVETA COM CANOPLA
6	RP - REGISTRO DE PRESSÃO
7	RE - REGISTRO DE ESFERA DE PVC
8	H - HIDRÔMETRO
DN (condigada)	1/2" 3/4" 1" 1 1/4" 1 1/2" 2" 2 1/2" 3" 4"
DN (mm)	20 25 32 40 50 60 75 85 110
Diex. Tigre (mm)	17 21,6 30,8 35,2 44 53,4 66,6 75,5 97,8

<b>EDIFÍCIO ESTUDADO</b> Porto Alegre - RS	DATA 03/05/2021 DESENHO Gabriela
RESPONSÁVEL GABRIELA FIABANE DA ROSA Graduanda de Engenharia Civil - UFRGS (54) 99603-4104 - gabfirosa@hotmail.com	<b>UFRGS</b> Escola de Engenharia
PROPRIETÁRIO Edifício Estudado	ESCALA 1:50
DISCIPLINA <b>PROJETO HIDRÁULICO ORIGINAL</b>	FASE Estudo Inicial ARQUIVO ORIG-01-COB-R00
DISCRIMINAÇÃO <b>COBERTURA E 9º PAV</b>	PRANCHA <b>01</b>



# 1 PAVIMENTO TIPO

**LEGENDA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

**TUBULAÇÃO**

- ÁGUA FRIA EXISTENTE
- ÁGUA FRIA DESATIVADA
- ÁGUA FRIA NOVA
- ÁGUA QUENTE

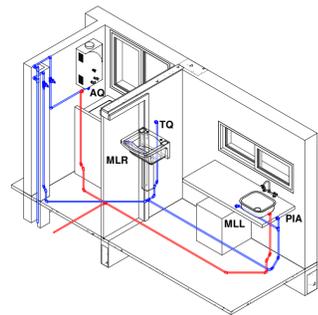
**ÁGUA**

**PEÇAS E ACESSÓRIOS**

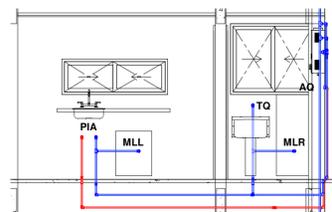
- REDUÇÃO
- JOELHO 90°
- JOELHO 45°
- TE 90°
- RGC - REGISTRO DE GAVETA COM CANOPLA
- RP - REGISTRO DE PRESSÃO
- RE - REGISTRO DE ESFERA DE PVC
- H - HIDRÔMETRO

DN (polegadas)	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
DN (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110
Dim. Tira (mm)	17	21,6	30,8	35,2	44	53,4	66,6	75,5	97,8

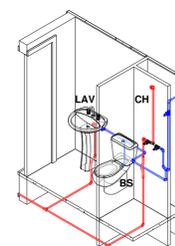
<b>EDIFÍCIO ESTUDADO</b> Porto Alegre - RS	DATA	03/05/2021
	DESENHO	Gabriela
RESPONSÁVEL <b>GABRIELA FIABANE DA ROSA</b> Graduanda de Engenharia Civil - UFRGS (54) 99603-4104 - gabifrosa@hotmail.com	<b>UFRGS</b> Escola de Engenharia	
PROPRIETÁRIO	ESCALA	1:50
Edifício Estudado	FASE	Estudo Inicial
<b>PROJETO HIDRÁULICO ORIGINAL</b>	ARQUIVO	ORIG-02-TIPO-R00
<b>PLANTA BAIXA PAV. TIPO</b>	FRANCHA	<b>02</b>



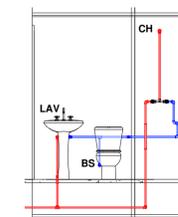
1 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 01 E 04



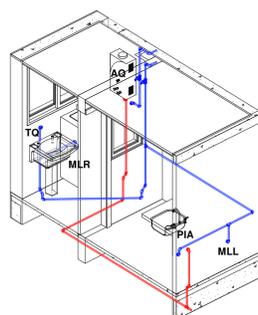
2 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - CORTE - AP FINAL 01 E 04



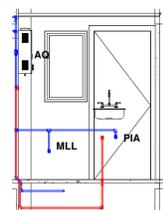
9 BANHEIRO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 01, 02, 04 E 06



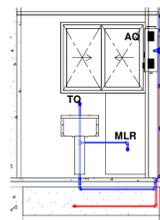
10 BANHEIRO - CORTE - AP FINAL 01, 02, 04 E 06



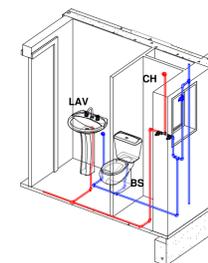
3 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 02 E 03



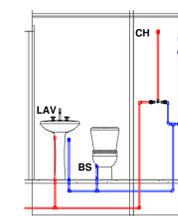
4 COZINHA - CORTE - AP FINAL 02 E 03



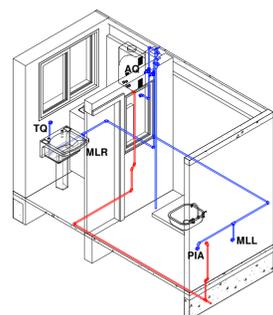
5 ÁREA DE SERVIÇO - CORTE - AP FINAL 02 E 03



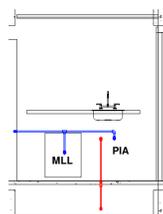
11 BANHEIRO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 03 E 05



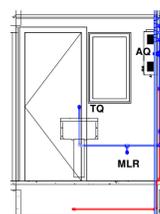
12 BANHEIRO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 03 E 05



6 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 05 E 06



7 COZINHA - CORTE - AP FINAL 05 E 06



8 ÁREA DE SERVIÇO - CORTE - AP FINAL 05 E 06

LEGENDA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS																															
<b>ÁGUA</b>																															
<b>TUBULAÇÃO</b>	<b>PEÇAS E ACESSÓRIOS</b>																														
<ul style="list-style-type: none"> <li>ÁGUA FRIA EXISTENTE</li> <li>ÁGUA FRIA DESATIVADA</li> <li>ÁGUA FRIA NOVA</li> <li>ÁGUA QUENTE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 - REDUÇÃO</li> <li>2 - JOELHO 90°</li> <li>3 - JOELHO 45°</li> <li>4 - TE 90°</li> <li>5 - REG. - REGISTRO DE GAVETA COM CANOPLA</li> <li>6 - RP - REGISTRO DE PRESSÃO</li> <li>7 - RE - REGISTRO DE ESFERA DE PVC</li> <li>8 - H - HIDRÔMETRO</li> </ul>																														
<table border="1"> <tr> <td>DN (acoplada)</td> <td>1/2"</td> <td>3/4"</td> <td>1"</td> <td>1.1/4"</td> <td>1.1/2"</td> <td>2"</td> <td>2.1/2"</td> <td>3"</td> <td>4"</td> </tr> <tr> <td>DN (mm)</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>32</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>75</td> <td>85</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Dist. Tigre (mm)</td> <td>17</td> <td>21,6</td> <td>30,8</td> <td>35,2</td> <td>44</td> <td>53,4</td> <td>66,6</td> <td>75,5</td> <td>97,8</td> </tr> </table>	DN (acoplada)	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"	DN (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110	Dist. Tigre (mm)	17	21,6	30,8	35,2	44	53,4	66,6	75,5	97,8	
DN (acoplada)	1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"	2"	2.1/2"	3"	4"																						
DN (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110																						
Dist. Tigre (mm)	17	21,6	30,8	35,2	44	53,4	66,6	75,5	97,8																						

<b>EDIFÍCIO ESTUDADO</b>	DATA 05/02/21
Porto Alegre - RS	DESENHO Gabriela
RESPONSÁVEL GABRIELA FIABANE DA ROSA Graduanda de Engenharia Civil - UFRGS (54) 99603-4104 - gabfirosa@hotmail.com	<b>UFRGS</b> Escola de Engenharia
PROPRIETÁRIO Edifício Estudado	ESCALA 1:50
DISCIPLINA <b>PROJETO HIDRÁULICO ORIGINAL</b>	FASE Estudo Inicial
DISCRIMINAÇÃO <b>DETALHES PAV TIPO</b>	ARQUIVO ORIG-03-DET-R00
	PRANCHA <b>03</b>

## APÊDICE B – COMPRIMENTOS EQUIVALENTES DA TUBULAÇÃO

Perdas localizadas - Comprimentos Equivalentes																	
Tubulação PVC Soldável Tigre																	
DN (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	1/2"	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	3/4"	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	1"	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15	0,3	8,4
40	1 1/4"	2	1	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22	0,4	10,5
50	1 1/2"	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17
60	2	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	2 1/2"	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25	8,2	12,5	38	0,9	19
85	3"	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8	8	2	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40	0,9	20
110	4"	4,3	1,9	1,6	1	2,6	8,3	8,3	2,2	4	3,9	28,6	10,4	16	42,3	1	22,1

## APÊDICE C – DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA PREDIAL DE ÁGUA FRIA E QUENTE PARA INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO (l/s)	DIAM INTERNO ábaco (mm)	DIAM INTERNO fabric (mm)	DIAM NOMINAL fabric (mm)	VELOCIDADE (m/s)	VERIFIC VELOCID	PERDA DE CARGA UNIT (kPa/m)	DIF DE COTAS (m)	PRESSÃO DISP (kPa)	COMPRIMENTOS			PERDA DE CARGA			PRESSÃO DISP RESIDUAL (kPa)	PRESSÃO REQ NO PONTO (kPa)	ATENDE PRESSÃO DIN MINIMA?
		UNIT	ACUM										REAL	EQUIV	TOTAL	TUBOS	CONEXÕES	TOTAL			
BARRILETE	AB	-	163,20	3,83	65	66,6	75	1,10	OK	0,20	0	10,20	4,33	8,30	12,63	0,86	1,65	2,512	7,69	5,00	OK
	BD	-	163,20	3,83	65	66,6	75	1,10	OK	0,20	0	7,69	1,54	7,8	9,34	0,31	1,55	1,858	5,83	5,00	OK
CAF	D-9	0	163,2	3,83	65	66,6	75	1,10	OK	0,20	4,4	49,83	4,7	7,8	12,5	0,935	1,551	2,486	47,34	5,00	OK
	9-8	0	163,2	3,83	65	66,6	75	1,10	OK	0,20	2,85	75,84	2,85	7,8	10,65	0,567	1,551	2,118	73,73	5,00	OK
	8-7.1	4,8	163,2	3,83	65	66,6	75	1,10	OK	0,20	3,85	112,23	3,85	7,8	11,65	0,766	1,551	2,317	109,91	6,00	OK
	7-1-7.6	4,4	158,4	3,78	65	66,6	75	1,08	OK	0,19	0,2	111,91	0,2	7,8	8	0,039	1,511	1,550	110,36	5,00	OK
	7.6-7.5	4,4	154	3,72	65	66,6	75	1,07	OK	0,19	0,2	112,36	0,2	7,8	8	0,038	1,475	1,512	110,85	5,00	OK
	7.5-7.4	4,8	149,6	3,67	65	66,6	75	1,05	OK	0,18	0,2	112,85	0,2	7,8	8	0,037	1,438	1,474	111,37	5,00	OK
	7.4-7.3	4,4	144,8	3,61	65	66,6	75	1,04	OK	0,18	0,2	113,37	0,2	7,8	8	0,036	1,397	1,433	111,94	5,00	OK
	7.3-7.2	4,4	140,4	3,55	65	66,6	75	1,02	OK	0,17	0,2	113,94	0,2	7,8	8	0,035	1,360	1,395	112,54	5,00	OK
	7.2-6	27,2	136	3,50	65	66,6	75	1,00	OK	0,17	1,85	131,04	1,85	46,8	48,65	0,314	7,935	8,249	122,80	5,00	OK
	6-5	27,2	108,8	3,13	65	66,6	75	0,90	OK	0,14	2,85	151,30	2,85	46,8	49,65	0,398	6,528	6,925	144,37	5,00	OK
	5-4	27,2	81,6	2,71	65	66,6	75	0,78	OK	0,11	2,85	172,87	2,85	46,8	49,65	0,309	5,075	5,384	167,49	5,00	OK
	4-3	27,2	54,4	2,21	65	66,6	75	0,64	OK	0,08	2,85	195,99	2,85	46,8	49,65	0,217	3,559	3,776	192,21	5,00	OK
3-2	27,2	27,2	1,56	65	66,6	75	0,45	OK	0,04	2,85	220,71	2,85	46,8	49,65	0,118	1,941	2,059	218,65	5,00	OK	

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO (l/s)	DIAM INTERNO ábaco (mm)	DIAM INTERNO fabric (mm)	DIAM NOMINAL fabric (mm)	VELOCIDADE (m/s)	VERIFIC VELOCID	PERDA DE CARGA UNIT (kPa/m)	DIF DE COTAS (m)	PRESSÃO DISP (kPa)	COMPRIMENTOS		PERDA DE CARGA		PRESSÃO DISP RESIDUAL (kPa)	PRESSÃO REQ NO PONTO (kPa)	ATENDE PRESSÃO DIN MÍNIMA?		
		UNIT	ACUM										REAL	EQUIV TOTAL	TUBOS	CONEXÕES				TOTAL	
7º pavimento - Ap final 01																					
ÁGUA FRIA	7.1-7.1'	4.8	4.8	0.66	20	21.6	25	1.79	OK	1.91	0	109.91	0.54	1.2	1.74	1.032	2.294	33.326	5.00	OK	
	7.1'-a	4.8	4.8	0.66	25	30.8	32	0.88	OK	0.35	-1.1	65.58	7.6	10.6	18.2	2.693	3.796	6.449	5.00	OK	
	a-b	4.8	4.8	0.66	25	30.8	32	0.88	OK	0.35	-0.1	58.13	5.95	7.6	13.55	2.108	2.693	4.802	5.00	OK	
	SACADA																				
	a-l	0.4	0.4	0.19	25	30.8	32	0.25	OK	0.04	0.1	60.13	4.16	3	7.16	0.168	0.121	0.288	59.84	5.00	OK
	l-l'	0.4	0.4	0.19	25	30.8	32	0.25	OK	0.04	0.4	57.33	1.21	4	5.21	0.049	0.161	0.210	57.12	5.00	OK
	l'-TJ	0.4	0.4	0.19	20	21.6	25	0.52	OK	0.22	1.7	76.84	6.49	4.8	11.29	1.411	1.043	2.454	74.39	10.00	OK
	BANHEIRO																				
	b-m	1	1	0.30	25	30.8	32	0.40	OK	0.09	0.1	54.33	6.54	4.5	11.04	0.587	0.404	0.992	53.34	5.00	OK
	m-l	1	1	0.30	20	21.6	25	0.82	OK	0.48	1.7	70.34	1.7	5	6.7	0.824	2.423	3.246	67.09	5.00	OK
	j-CH	0.4	0.4	0.19	20	21.6	25	0.52	OK	0.22	-1.3	54.09	1.55	4.8	6.35	0.337	1.043	1.380	52.71	10.00	OK
	j-k	0.6	0.6	0.23	15	17	20	1.02	OK	0.97	0.2	69.09	1.59	5.6	7.19	1.537	5.413	6.950	62.14	5.00	OK
k-BS	0.3	0.3	0.16	15	17	20	0.72	OK	0.53	0.4	66.14	0.4	1.1	1.5	0.211	0.580	0.791	65.35	10.00	OK	
k-LAV	0.3	0.3	0.16	15	17	20	0.72	OK	0.53	0	62.14	0.42	1.1	1.52	0.221	0.580	0.801	61.34	10.00	OK	
COZINHA																					
b-c	3.4	3.4	0.55	25	30.8	32	0.74	OK	0.26	0	53.33	0.59	3	3.59	0.155	0.786	0.941	52.39	5.00	OK	
c-d	3.4	3.4	0.55	32	35.2	40	0.57	OK	0.14	0.4	56.39	0.4	4.6	5	0.056	0.639	0.695	55.70	5.00	OK	
d-d'	3.4	3.4	0.55	32	35.2	40	0.57	OK	0.14	0.2	57.70	0.2	2	2.2	0.028	0.278	0.306	57.39	5.00	OK	
d'-e	3.4	3.4	0.55	20	21.6	25	1.51	OK	1.41	2.22	77.90	4.71	6.5	11.21	6.659	9.189	15.848	62.05	5.00	OK	
e-f	1.7	1.7	0.39	20	21.6	25	1.07	OK	0.77	-0.62	55.85	0.8	4.6	5.4	0.617	3.546	4.163	51.69	5.00	OK	
f-TQ	0.7	0.7	0.25	20	21.6	25	0.68	OK	0.35	-0.65	45.19	0.65	1.2	1.85	0.231	0.426	0.656	44.53	10.00	OK	
f-MLR	1	1	0.30	20	21.6	25	0.82	OK	0.48	0	51.69	0.59	1.2	1.79	0.286	0.581	0.867	50.82	10.00	OK	
e-g	1.7	1.7	0.39	20	21.6	25	1.07	OK	0.77	-0.62	55.85	3.34	4.6	7.94	2.575	3.546	6.121	49.73	5.00	OK	
g-PIA	0.7	0.7	0.25	20	21.6	25	0.68	OK	0.35	-0.2	47.73	0.2	1.2	1.4	0.071	0.426	0.496	47.23	10.00	OK	
g-MLL	1	1	0.30	20	21.6	25	0.82	OK	0.48	0	49.73	0.8	1.2	2	0.388	0.581	0.969	48.76	10.00	OK	
ÁGUA QUENTE																					
d'-AQ	1.4	1.4	0.35	20	21.6	25	0.97	OK	0.65	0.9	66.39	1.99	4.8	6.79	1.294	3.122	4.416	61.97	5.00	OK	
AQ-h	1.4	1.4	0.35	20	21.6	25	0.97	OK	0.65	1.7	78.97	2.18	5.8	7.98	1.418	3.772	5.190	73.78	5.00	OK	
h-PIA	0.7	0.7	0.25	20	21.6	25	0.68	OK	0.35	-1	63.78	4.03	3.9	7.93	1.429	1.383	2.812	60.97	10.00	OK	
BANHEIRO																					
h-i	0.7	0.7	0.25	20	21.6	25	0.68	OK	0.35	0	73.78	4.8	2.4	7.2	1.702	0.851	2.553	71.23	5.00	OK	
l-LAV	0.3	0.3	0.16	15	17	20	0.72	OK	0.53	-1	61.23	1.99	3	4.99	1.049	1.581	2.630	58.60	10.00	OK	
l-CH	0.4	0.4	0.19	20	21.6	25	0.52	OK	0.22	-2.5	46.23	4.63	6	10.63	1.066	1.304	2.310	43.92	10.00	OK	

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO (l/s)	DIAM INTERNO ábaco (mm)	DIAM INTERNO fabric (mm)	DIAM NOMINAL fabric (mm)	VELOCIDADE (m/s)	VERIFIC VELOCID	PERDA DE CARGA UNIT (kPa/m)	DIF DE COTAS (m)	PRESSÃO DISP (kPa)	COMPRIMENTOS			PERDA DE CARGA			PRESSÃO DISP RESIDUAL (kPa)	PRESSÃO REQ. NO PONTO (kPa)	ATENDE PRESSÃO DIN MÍNIMA?	
		UNIT	ACUM										REAL	EQUIV	TOTAL	TUBOS	CONEXÕES	TOTAL				
<b>7º pavimento - Ap final 02</b>																						
ÁGUA FRIA	7.2-7.2'	4,4	4,4	0,63	20	21,6	25	1,72	OK	1,77	0	112,54	0,78	1,2	1,98	1,382	2,126	31,508	81,04	5,00	OK	
	7.2'-a	4,4	4,4	0,63	25	30,8	35	0,84	OK	0,33	-1,88	62,24	6,92	14,6	21,52	2,272	4,794	7,067	55,17	5,00	OK	
	BANHEIRO	a-b	2,7	2,7	0,49	25	30,8	32	0,66	OK	0,21	-0,32	51,97	4,05	9	13,05	0,867	1,928	2,795	49,17	5,00	OK
		b-c	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	1,7	66,17	1,7	3,8	5,5	0,824	1,841	2,665	63,51	5,00	OK
		c-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-1,3	50,51	1,55	4,8	6,35	0,337	1,043	1,380	49,13	10,00	OK
		c-d	0,6	0,6	0,23	15	17	20	1,02	OK	0,97	0,12	64,71	1,26	5,6	6,86	1,218	5,413	6,631	58,08	5,00	OK
	COZINHA	d-BS	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	0,46	62,68	0,46	1,1	1,56	0,242	0,580	0,822	61,86	10,00	OK
		d-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	0,6	64,08	0,91	1,1	2,01	0,480	0,580	1,059	63,02	10,00	OK
		a-e	1,7	1,7	0,39	25	30,8	32	0,52	OK	0,14	-0,32	51,97	9,48	7,2	16,68	1,355	1,029	2,383	49,59	5,00	OK
		e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,3	52,59	0,3	2,4	2,7	0,231	1,850	2,081	50,51	5,00	OK
ÁREA DE SERVIÇO	f-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,6	66,51	2,3	6,2	8,5	1,773	4,779	6,552	59,95	5,00	OK	
	g-h	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0	59,95	2,79	2,4	5,19	2,151	1,850	4,001	55,95	5,00	OK	
	h-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	55,95	0,63	1,2	1,83	0,223	0,426	0,649	55,30	5,00	OK	
	h-MILL	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,2	57,95	0,2	1,2	1,4	0,097	0,581	0,678	57,27	5,00	OK	
	e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,3	52,59	0,3	8	8,3	0,231	6,167	6,398	46,19	5,00	OK	
	f-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,6	62,19	2,3	20,6	22,9	1,773	15,879	17,652	44,54	5,00	OK	
ÁGUA QUENTE	g-i	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,1	45,54	2,8	6,8	9,6	2,158	5,242	7,400	38,14	5,00	OK	
	i-TQ	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-0,55	32,64	0,55	1,2	1,75	0,195	0,426	0,621	32,02	10,00	OK	
	i-MLR	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,1	39,14	0,78	2,4	3,18	0,378	1,163	1,541	37,59	10,00	OK	
	f-AQ	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	0,9	55,19	1,48	5	6,48	0,963	3,252	4,215	50,97	5,00	OK	
BANHEIRO	AQ-k	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	1,7	67,97	5,68	7	12,68	3,694	4,553	8,247	59,73	5,00	OK	
	k-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-1	49,73	1	2,2	3,2	0,355	0,780	1,135	48,59	10,00	OK	
	k-l	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	59,73	7,99	4,8	12,79	2,834	1,702	4,536	55,19	5,00	OK	
I-LAV	l-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-1	45,19	1,46	3	4,46	0,769	1,581	2,351	42,84	10,00	OK	
	l-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-2,5	30,19	3,98	6	9,98	0,865	1,304	2,169	28,02	10,00	OK	

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO (l/s)	DIAM INTERNO ábaco (mm)	DIAM INTERNO fabric (mm)	DIAM NOMINAL fabric (mm)	VELOCIDADE (m/s)	VERIFIC VELOCID	PERDA DE CARGA UNIT (kPa/m)	DIF DE COTAS (m)	PRESSÃO DISP (kPa)	COMPRIMENTOS			PERDA DE CARGA			PRESSÃO DISP RESIDUAL (kPa)	PRESSÃO REQ NO PONTO (kPa)	ATENDE PRESSÃO DIN MÍNIMA?	
		UNIT	ACUM										REAL	EQUIV	TOTAL	TUBOS	CONEXÕES	TOTAL				
<b>7º pavimento - Ap final 03</b>																						
ÁGUA FRIA	7.3-7.3'	4,4	4,4	0,63	20	21,6	25	1,72	OK	1,77	0	111,94	0,73	1,2	1,93	1,293	2,126	31,419	80,52	5,00	OK	
	7.3'-a	4,4	4,4	0,63	25	30,8	32	0,84	OK	0,33	-1,92	61,32	16,3	10,6	26,9	5,353	3,481	8,834	52,49	5,00	OK	
	BANHEIRO	a-b	2,7	2,7	0,49	25	30,8	32	0,66	OK	0,21	-0,32	49,29	9,67	10,5	20,17	2,071	2,249	4,320	44,97	5,00	OK
		b-c	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	1,7	61,97	1,7	6	7,7	0,824	2,907	3,731	58,24	5,00	OK
		c-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-1,3	45,24	1,55	4,8	6,35	0,337	1,043	1,380	43,86	10,00	OK
		c-d	0,6	0,6	0,23	15	17	20	1,02	OK	0,97	1,03	68,54	2,11	3,4	5,51	2,039	3,286	5,326	63,21	5,00	OK
d-BDS	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-0,42	59,01	0,42	3	3,42	0,221	1,581	1,802	57,21	10,00	OK		
d-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-0,82	55,01	1,27	3	4,27	0,669	1,581	2,250	52,76	10,00	OK		
COZINHA	a-e	1,7	1,7	0,39	25	30,8	32	0,52	OK	0,14	-0,32	49,29	4,49	7,5	11,99	0,642	1,072	1,713	47,57	5,00	OK	
	e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,2	49,57	0,2	2,4	2,6	0,154	1,850	2,004	47,57	5,00	OK	
	fg	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,52	62,77	1,52	2,4	3,92	1,172	1,850	3,022	59,75	5,00	OK	
	g-h	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0	59,75	2,89	3,6	6,49	2,228	2,775	5,003	54,74	5,00	OK	
	h-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	54,74	0,63	1,2	1,83	0,223	0,426	0,649	54,10	10,00	OK	
	h-MLL	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,38	58,54	0,38	1,2	1,58	0,184	0,581	0,766	57,78	10,00	OK	
ÁREA DE SERVIÇO	e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,2	49,57	0,2	2,4	2,6	0,154	1,850	2,004	47,57	5,00	OK	
	f-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,52	62,77	1,52	2,4	3,92	1,172	1,850	3,022	59,75	5,00	OK	
	g-i	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,28	62,55	2,98	6,8	9,78	2,297	5,242	7,539	55,01	5,00	OK	
	i-TQ	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-0,55	49,51	0,55	1,2	1,75	0,195	0,426	0,621	48,89	10,00	OK	
	i-MLR	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,1	56,01	0,78	2,4	3,18	0,378	1,163	1,541	54,47	10,00	OK	
ÁGUA QUENTE	f-AQ	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	1	57,57	1,32	3,8	5,12	0,859	2,472	3,330	54,24	5,00	OK	
	AQ-k	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	1,7	71,24	5,81	8,2	14,01	3,779	5,333	9,112	62,13	5,00	OK	
	k-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-1,18	50,33	1,18	2,2	3,38	0,418	0,780	1,199	49,13	10,00	OK	
BANHEIRO	k-l	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	62,13	7,76	4,8	12,56	2,752	1,702	4,454	57,67	5,00	OK	
	l-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-1	47,67	1,5	3	4,5	0,791	1,581	2,372	45,30	10,00	OK	
	l-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-2,5	32,67	4,19	6	10,19	0,911	1,304	2,215	30,46	10,00	OK	

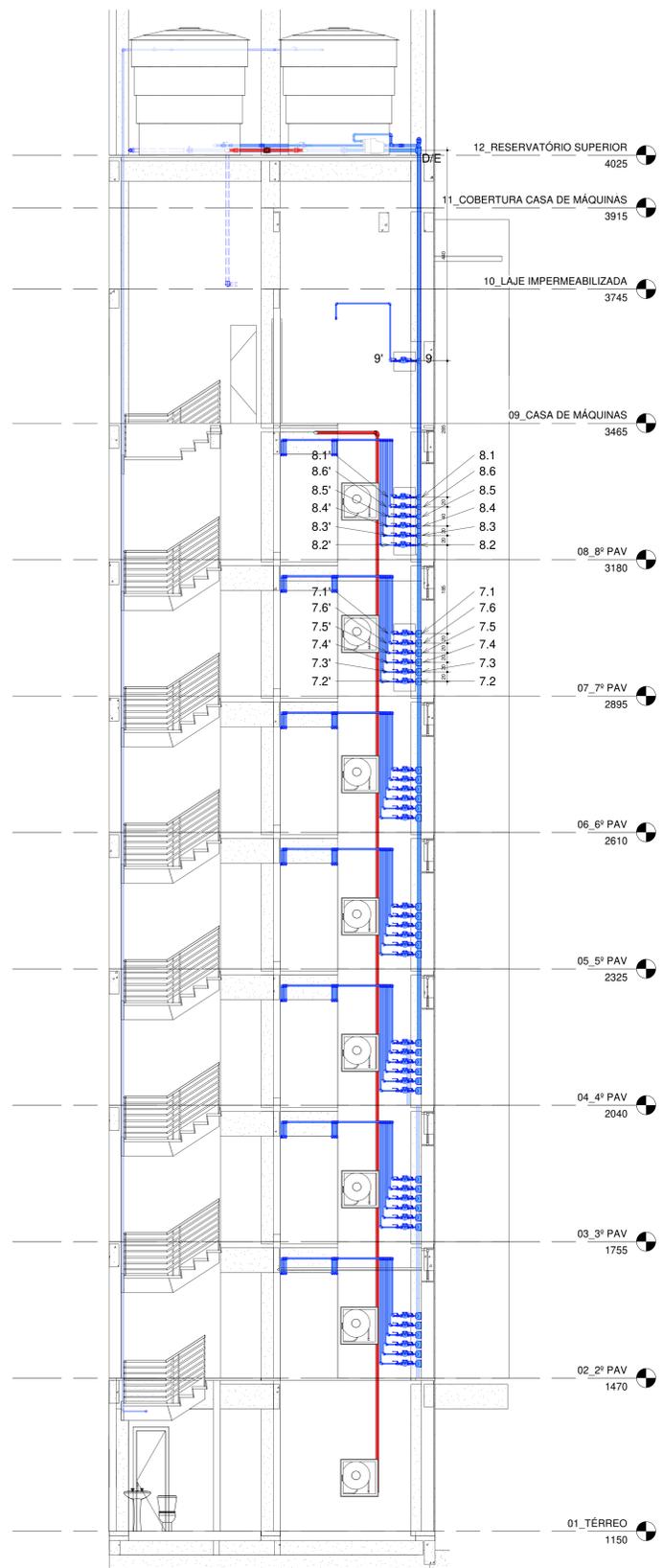
COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO (l/s)	DIAM INTERNO ábaco (mm)	DIAM INTERNO fabric (mm)	DIAM NOMINAL fabric (mm)	VELOCIDADE (m/s)	VERIFIC VELOCID	PERDA DE CARGA UNIT (kPa/m)	DIF DE COTAS (m)	PRESSÃO DISP (kPa)	COMPRIMENTOS			PERDA DE CARGA			PRESSÃO DISP RESIDUAL (kPa)	PRESSÃO REQ NO PONTO (kPa)	ATENDE PRESSÃO DIN MÍNIMA?		
		UNIT	ACUM										REAL	EQUIV	TOTAL	TUBOS	CONEXÕES	TOTAL					
ÁGUA FRIA	7-4-7'4'	4,8	4,8	0,66	20	21,6	25	1,79	OK	1,91	0	111,37	0,68	1,2	1,88	1,300	2,294	33,594	77,78	5,00	OK		
	7-4'-a	4,8	4,8	0,66	25	30,8	32	0,88	OK	0,35	-1,6	61,78	24,83	13,6	38,43	8,799	4,819	13,618	48,16	5,00	OK		
	a-b	4,4	4,4	0,63	25	30,8	32	0,84	OK	0,33	-0,3	45,16	7,25	6,1	13,35	2,381	2,003	4,384	40,78	5,00	OK		
	SACADA	a-l	0,4	0,4	0,19	25	30,8	32	0,25	OK	0,04	-0,12	46,96	3,21	2,4	5,61	0,129	0,097	0,226	46,73	5,00	OK	
		l-TJ	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	1,7	63,73	6,36	6,3	12,66	1,382	1,369	2,751	60,98	10,00	OK	
	BANHEIRO	b-m	1	1	0,30	25	30,8	32	0,40	OK	0,09	0,1	41,78	6,32	4,5	10,82	0,568	0,404	0,972	40,80	5,00	OK	
		m-j	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	1,7	57,80	1,75	3,8	5,55	0,848	1,841	2,689	55,11	5,00	OK	
	j-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-1,3	42,11	1,48	4,8	6,28	0,322	1,043	1,365	40,75	10,00	OK		
	h-K	0,6	0,6	0,23	15	17	20	1,02	OK	0,97	0,2	42,80	0,98	5,6	6,58	0,947	5,413	6,360	36,44	5,00	OK		
	k-BS	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	0,4	40,44	0,4	1,1	1,5	0,211	0,580	0,791	39,65	10,00	OK		
	k-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	0	36,44	0,85	1,1	1,95	0,448	0,580	1,028	35,42	10,00	OK		
COZINHA	b-c	3,4	3,4	0,55	25	30,8	32	0,74	OK	0,26	0	40,78	0,85	3	3,85	0,223	0,786	1,009	39,77	5,00	OK		
	c-d	3,4	3,4	0,55	32	35,2	40	0,57	OK	0,14	0,4	43,77	0,4	4,6	5	0,056	0,639	0,695	43,07	5,00	OK		
	d-d'	3,4	3,4	0,55	32	35,2	40	0,57	OK	0,14	0,2	45,07	0,2	2	2,2	0,028	0,278	0,306	44,77	5,00	OK		
	d'-e	3,4	3,4	0,55	20	21,6	25	1,51	OK	1,41	2,22	66,97	4,13	8,9	13,03	5,839	12,582	18,421	48,55	5,00	OK		
	e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	-0,62	42,35	0,8	4,6	5,4	0,617	3,546	4,163	38,18	5,00	OK		
	f-TQ	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-0,65	31,68	0,65	1,2	1,85	0,231	0,426	0,656	31,03	10,00	OK		
	f-MLR	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0	38,18	0,59	1,2	1,79	0,286	0,581	0,867	37,32	10,00	OK		
	e-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	-0,62	42,35	3,02	4,8	7,82	2,328	3,700	6,028	36,32	5,00	OK		
	g-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-0,2	34,32	0,2	1,2	1,4	0,071	0,426	0,496	33,82	10,00	OK		
	g-MLL	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0	36,32	0,61	1,2	1,81	0,296	0,581	0,877	35,44	10,00	OK		
ÁGUA QUENTE																							
	d-AQ	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	0,9	52,07	2,03	5	7,03	1,320	3,252	4,572	47,50	5,00	OK		
	AQ-h	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	1,7	64,50	2,58	7	9,58	1,678	4,563	6,231	58,27	5,00	OK		
	h-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-1	48,27	4,21	4,6	8,81	1,493	1,631	3,124	45,14	10,00	OK		
BANHEIRO	h-i	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	58,27	5	2,4	7,4	1,773	0,851	2,624	55,64	5,00	OK		
	i-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-1	45,64	1,7	1,9	3,6	0,896	1,001	1,897	43,75	10,00	OK		
	i-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-2,5	30,64	4,23	6	10,23	0,919	1,304	2,223	28,42	10,00	OK		

7º pavimento - Ap final 04

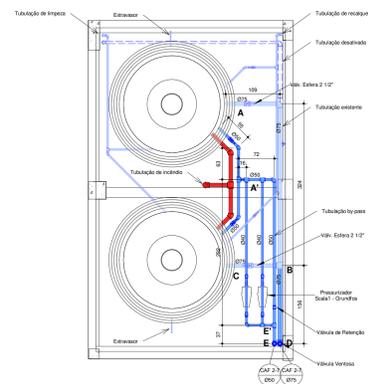
COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO (l/s)	DIAM INTERNO ábaco (mm)	DIAM INTERNO fabric (mm)	DIAM NOMINAL fabric (mm)	VELOCID DADE (m/s)	VERIFIC VELOCID	PERDA DE CARGA UNIT (kPa/m)	DIF DE COTAS (m)	PRESSÃO DISP (kPa)	COMPRIMENTOS			PERDA DE CARGA			PRESSÃO DISP RESIDUAL (kPa)	PRESSÃO REQ NO PONTO (kPa)	ATENDE PRESSÃO DIN MÍNIMA?	
		UNIT	ACUM										REAL	EQUIV	TOTAL	TUBOS	CONEXÓ ES	TOTAL				
7º pavimento - Ap final 05																						
ÁGUA FRIA	7.5-7.5'	4,4	4,4	0,63	20	21,6	25	1,72	OK	1,77	0	110,85	0,64	1,2	1,84	1,134	2,126	31,260	79,69	5,00	OK	
	7.5-a	4,4	4,4	0,63	25	30,8	35	0,84	OK	0,33	-1,28	66,79	17,15	10,6	27,75	5,632	3,481	9,113	57,67	5,00	OK	
	BANHEIRO	a-b	2,7	2,7	0,49	25	30,8	32	0,66	OK	0,21	-0,32	54,47	9,5	10,5	20	2,035	2,249	4,284	50,19	5,00	OK
		b-c	1	1	0,30	25	30,8	32	0,40	OK	0,09	1,7	67,19	1,7	4,9	6,6	0,153	0,440	0,593	66,60	5,00	OK
		c-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-1,3	53,60	1,62	4,8	6,42	0,352	1,043	1,395	52,20	10,00	OK
COZINHA	c-d	0,6	0,6	0,23	15	17	20	1,02	OK	0,97	1,02	76,80	1,44	3,4	4,84	1,392	3,286	4,678	72,12	5,00	OK	
	d-BS	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-0,42	67,92	0,62	3	3,62	0,327	1,581	1,908	66,01	10,00	OK	
	d-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-0,82	63,92	1,95	4,1	6,05	1,028	2,161	3,188	60,73	10,00	OK	
ÁREA DE SERVIÇO	a-e	1,7	1,7	0,39	25	30,8	32	0,52	OK	0,14	-0,32	54,47	4,53	7,5	12,03	0,647	1,072	1,719	52,76	5,00	OK	
	e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,2	54,76	0,2	2,4	2,6	0,154	1,850	2,004	52,75	5,00	OK	
	f-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,7	69,75	1,7	2,6	4,3	1,310	2,004	3,315	66,44	5,00	OK	
	g-h	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0	66,44	2,77	3,6	6,37	2,135	2,775	4,910	61,53	5,00	OK	
	h-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	61,53	0,75	1,2	1,95	0,266	0,426	0,692	60,83	10,00	OK	
	h-MILL	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,2	63,53	0,2	1,2	1,4	0,097	0,581	0,678	62,85	10,00	OK	
	e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,2	54,76	0,2	2,4	2,6	0,154	1,850	2,004	52,75	5,00	OK	
	f-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,7	69,75	1,7	2,6	4,3	1,310	2,004	3,315	66,44	5,00	OK	
ÁGUA QUENTE	g-i	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,1	67,44	1,53	4,8	6,33	1,179	3,700	4,879	62,56	5,00	OK	
	i-TQ	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-0,55	57,06	-0,11	2,4	2,29	-0,039	0,851	0,812	56,24	10,00	OK	
	i-MLR	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,1	63,56	0,1	1,2	1,3	0,048	0,581	0,630	62,93	10,00	OK	
BANHEIRO	f-AQ	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	1	62,75	1,32	3,8	5,12	0,859	2,472	3,330	59,42	5,00	OK	
	AQ-k	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	1,7	76,42	5,66	7	12,66	3,681	4,553	8,234	68,19	5,00	OK	
	k-PIA	0,7	0,7	0,25	15	17	20	1,11	OK	1,11	-1	58,19	-1	1,9	0,9	-1,106	2,102	0,996	57,19	10,00	OK	
	k-l	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	68,19	7,91	4,8	12,71	2,805	1,702	4,507	63,68	5,00	OK	
BANHEIRO	l-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-1	53,68	1,49	3	4,49	0,785	1,581	2,366	51,31	10,00	OK	
	l-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-2,5	38,68	4,43	6	10,43	0,963	1,304	2,267	36,41	10,00	OK	

COLUNA	TRECHO	PESOS		VAZÃO (l/s)	DIAM INTERNO ábaco (mm)	DIAM INTERNO fabric (mm)	DIAM NOMINAL fabric (mm)	VELOCIDADE (m/s)	VERIFIC VELOCID	PERDA DE CARGA UNIT (kPa/m)	DIF DE COTAS (m)	PRESSÃO DISP (kPa)	COMPRIMENTOS		PERDA DE CARGA			PRESSÃO DISP RESIDUAL (kPa)	PRESSÃO REQ. NO PONTO (kPa)	ATENDE PRESSÃO DIN MÍNIMA?	
		UNIT	ACUM										REAL	EQUIV	TOTAL	TUBOS	CONEXÕES				TOTAL
7º pavimento - Ap final 06																					
ÁGUA FRIA	7.6-7.6'	4,4	4,4	0,63	20	21,6	25	1,72	OK	1,77	0	110,36	0,73	1,2	1,93	1,293	2,126	31,419	5,00	OK	
	7.6'-a	4,4	4,4	0,63	25	30,8	32	0,84	OK	0,33	-1,68	62,14	8,32	8,4	16,72	2,732	2,758	5,491	5,00	OK	
	a-b	2,7	2,7	0,49	25	30,8	32	0,66	OK	0,21	-0,32	53,45	3,88	9	12,88	0,831	1,928	2,759	5,00	OK	
	b-c	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	1,7	67,69	1,7	3,8	5,5	0,824	1,841	2,665	5,00	OK	
	c-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-1,3	52,03	1,54	4,8	6,34	0,335	1,043	1,378	50,65	10,00	OK
	c-d	0,6	0,6	0,23	15	17	20	1,02	OK	0,97	0,2	67,03	1,58	5,6	7,18	1,527	5,413	6,940	50,09	5,00	OK
	d-BS	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	0,4	64,09	0,4	1,1	1,5	0,211	0,580	0,791	63,30	10,00	OK
	d-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	0	60,09	0,42	1,1	1,52	0,221	0,580	0,801	59,28	10,00	OK
	a-e	1,7	1,7	0,39	25	30,8	32	0,52	OK	0,14	-0,32	53,45	9,54	9	18,54	1,363	1,286	2,649	50,80	5,00	OK
	e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,3	53,80	0,3	2,4	2,7	0,231	1,850	2,081	51,72	5,00	OK
f-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,5	66,72	2,2	6,2	8,4	1,696	4,779	6,475	60,24	5,00	OK	
g-h	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0	60,24	2,77	4,8	7,57	2,135	3,700	5,835	54,41	5,00	OK	
h-PIA	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0,1	55,41	1,05	2,4	3,45	0,372	0,851	1,224	54,18	10,00	OK	
h-MLL	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,3	57,41	0,3	1,2	1,5	0,145	0,581	0,727	56,68	10,00	OK	
e-f	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,3	53,80	0,3	2,4	2,7	0,231	1,850	2,081	51,72	5,00	OK	
f-g	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	1,5	66,72	2,2	6,2	8,4	1,696	4,779	6,475	60,24	5,00	OK	
g-i	1,7	1,7	0,39	20	21,6	25	1,07	OK	0,77	0,2	62,24	1,61	4,8	6,41	1,241	3,700	4,941	57,30	5,00	OK	
i-TQ	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	-0,55	51,80	1,23	2,4	3,63	0,436	0,851	1,287	50,52	10,00	OK	
i-MLR	1	1	0,30	20	21,6	25	0,82	OK	0,48	0,1	58,30	0,1	1,2	1,3	0,048	0,581	0,630	57,67	10,00	OK	
ÁGUA QUENTE																					
f-AQ	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	0,9	60,72	1,48	5	6,48	0,963	3,252	4,215	56,50	5,00	OK	
AQ-k	1,4	1,4	0,35	20	21,6	25	0,97	OK	0,65	1,7	73,50	5,58	7	12,58	3,629	4,553	8,182	65,32	6,00	OK	
k-PIA	0,7	0,7	0,25	15	17	20	1,11	OK	1,11	-1	55,32	1	2,2	3,2	1,106	2,434	3,540	51,78	10,00	OK	
k-i	0,7	0,7	0,25	20	21,6	25	0,68	OK	0,35	0	65,32	7,94	4,8	12,74	2,816	1,702	4,518	60,80	5,00	OK	
l-LAV	0,3	0,3	0,16	15	17	20	0,72	OK	0,53	-1	50,80	1,49	3	4,49	0,785	1,581	2,366	48,44	10,00	OK	
l-CH	0,4	0,4	0,19	20	21,6	25	0,52	OK	0,22	-2,5	35,80	4,18	6	10,18	0,908	1,304	2,212	33,59	10,00	OK	

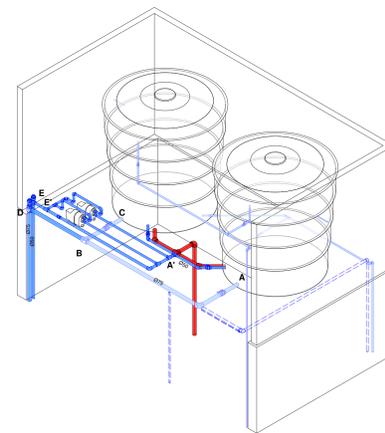
**APÊDICE D – PROJETO HIDRÁULICO DO EDIFÍCIO ESTUDADO  
APÓS INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO**



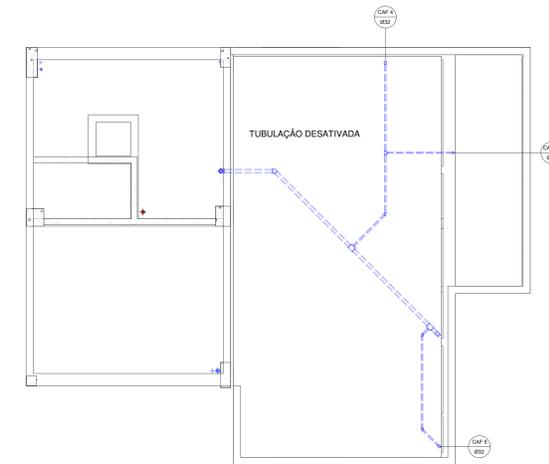
1 HIDRÔMETROS - CORTE VERTICAL



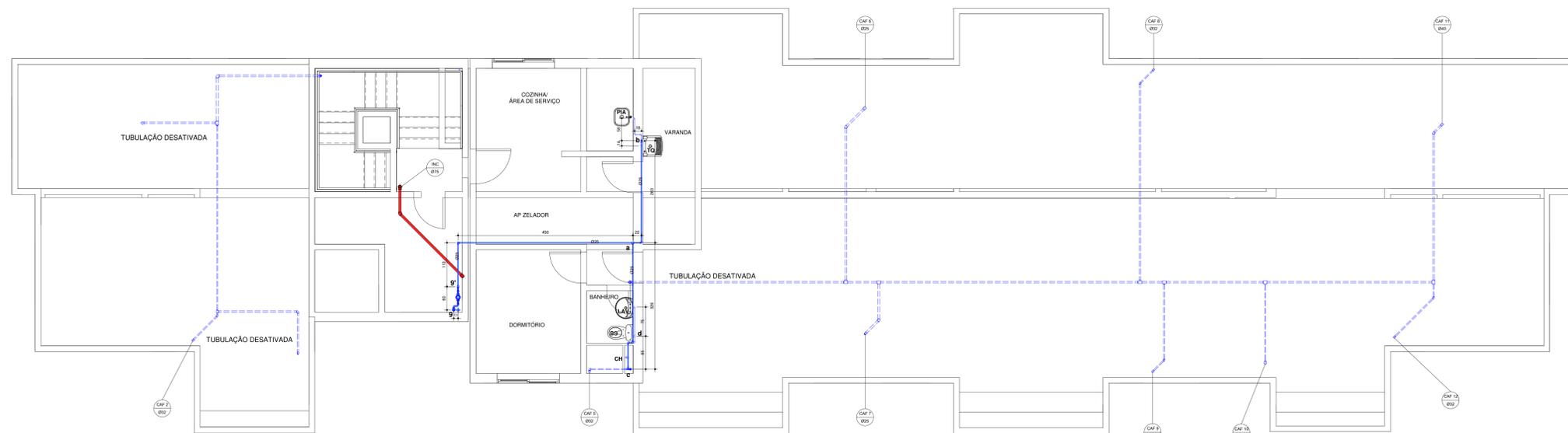
2 RESERVATÓRIO SUPERIOR



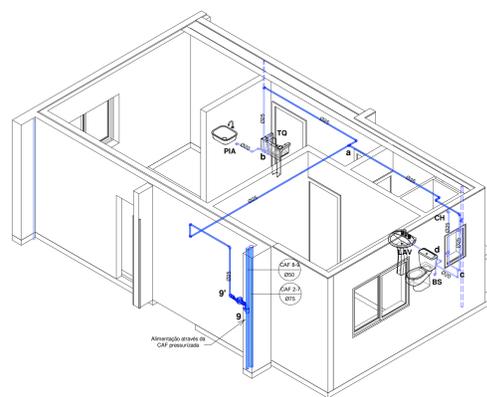
3 RESERVATÓRIO SUPERIOR - ISOMÉTRICO



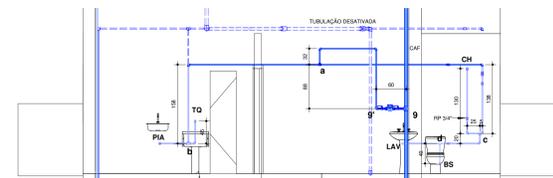
4 LAJE IMPERMEABILIZADA



5 9º PAV - PLANTA BAIXA AP ZELADOR



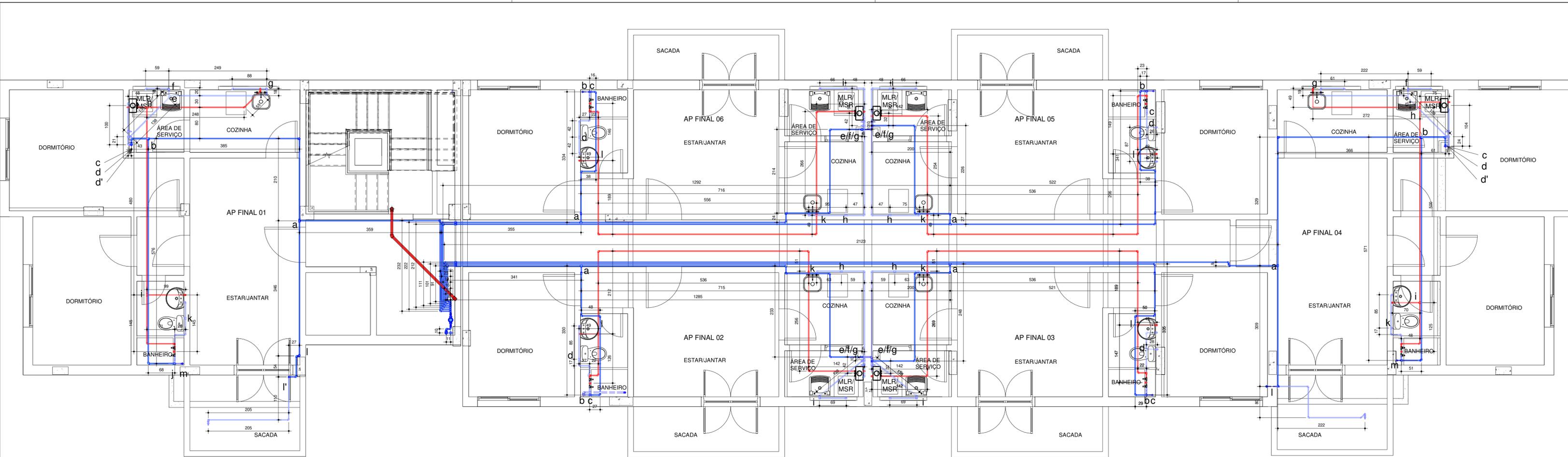
6 9º PAV - AP ZELADOR - ISOMÉTRICO



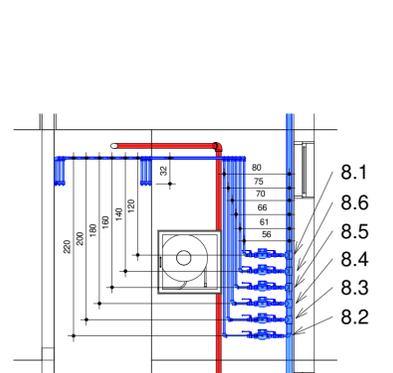
7 9º PAVIMENTO - AP ZELADOR - CORTE

LEGENDA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	
<b>TUBULAÇÃO</b>	<b>ÁGUA</b>
	ÁGUA FRIA EXISTENTE
	ÁGUA FRIA DESATIVADA
	ÁGUA FRIA NOVA
	ÁGUA QUENTE
	<b>PEÇAS E ACESSÓRIOS</b>
	1 - REGULAÇÃO
	2 - JOELHO 90°
	3 - JOELHO 45°
	4 - TÊ 90°
	5 - REGISTRO DE GAVETA COM CAVALETA
	6 - REGISTRO DE PRESSÃO
	7 - REGISTRO DE ESFERA DE PVC
	8 - HIDRÔMETRO

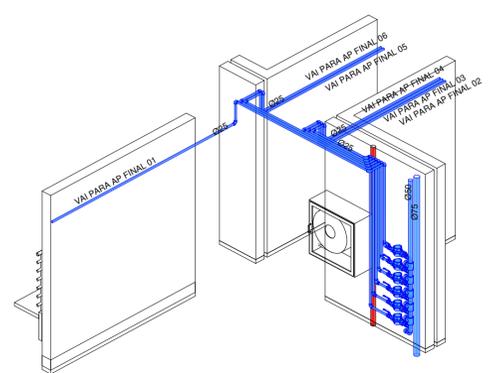
<b>EDIFÍCIO ESTUDADO</b> Porto Alegre - RS	DATA 03/05/2021
RESPONSÁVEL: GABRIELA FIABANE DA ROSA Graduada de Engenharia Civil - UFRGS (51) 99603-4104 - gabfiros@hotmail.com	DESENHO Gabriela
PROPRIETÁRIO Edifício Estudado	ESCALA 1/50
DISCIPLINA <b>PROJETO HIDRÁULICO - INDIVIDUALIZAÇÃO</b>	FASE Estudo Inicial
DESCRIÇÃO <b>COBERTURA E 9º PAV</b>	ARQUIVO IND-01-COB-RO
	PRIMEIRA <b>01</b>



1 PLANTA BAIXA 8º PAVIMENTO



2 HIDRÔMETROS - 8º PAV



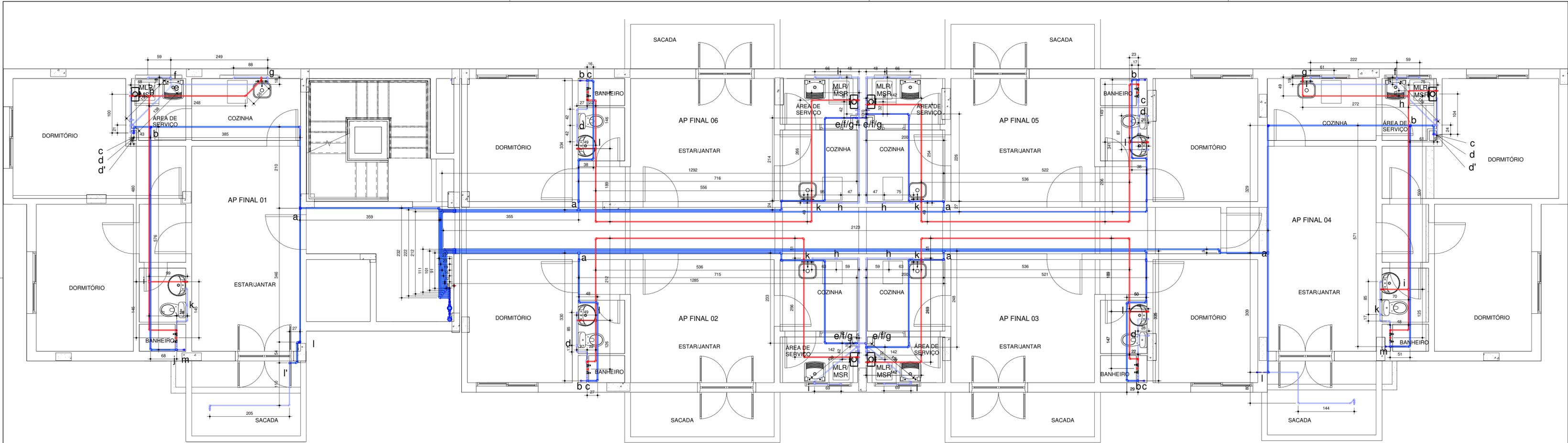
3 HIDROMETROS 8º PAV - ISOMÉTRICO

**LEGENDA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

TUBULAÇÃO		ÁGUA		PEÇAS E ACESSÓRIOS	
	ÁGUA FRIA EXISTENTE		ÁGUA FRIA DESATIVADA		1 - REDUÇÃO
	ÁGUA FRIA NOVA		ÁGUA QUENTE		2 - JOELHO 90º
					3 - JOELHO 45º
					4 - TÊ 90º
					5 - RGC - REGISTRO DE GAVETA COM CANOPLA
					6 - RP - REGISTRO DE PRESSÃO
					7 - RE - REGISTRO DE ESFERA DE PVC
					8 - H - HIDRÔMETRO

DN (polegada)	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
DN (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110
Dist. Tigre (mm)	17	21,6	30,8	35,2	44	53,4	66,6	75,5	97,8

<b>EDIFÍCIO ESTUDADO</b> Porto Alegre - RS	DATA 03/05/2021
RESPONSÁVEL GABRIELA FIABANE DA ROSA Graduanda de Engenharia Civil - UFRGS (54) 99603-4104 - gabifrosa@hotmail.com	DESENHO Gabriela
PROPRIETÁRIO	ESCALA 1:50
DISCIPLINA <b>PROJETO HIDRÁULICO - INDIVIDUALIZAÇÃO</b>	FASE Estudo Inicial
DISCRIMINAÇÃO <b>PLANTA BAIXA 8º PAV</b>	ARQUIVO INDIV-02-8PAV-R0
	FRANCHA <b>02</b>



1 PLANTA BAIXA 7º PAVIMENTO

**LEGENDA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS**

**ÁGUA**

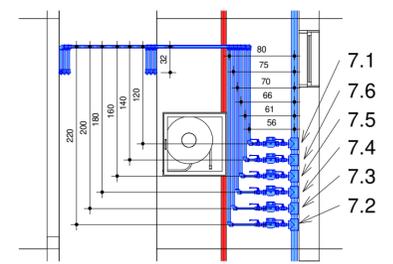
**TUBULAÇÃO**

- ÁGUA FRIA EXISTENTE
- ÁGUA FRIA DESATIVADA
- ÁGUA FRIA NOVA
- ÁGUA QUENTE

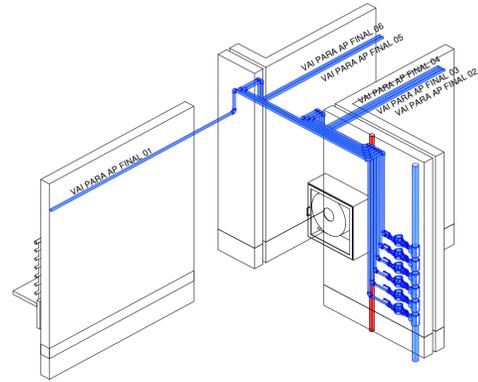
**PEÇAS E ACESSÓRIOS**

- REDUÇÃO
- JOELHO 90°
- JOELHO 45°
- TE 90°
- RGC - REGISTRO DE GAVETA COM CANOPLA
- RP - REGISTRO DE PRESSÃO
- RE - REGISTRO DE ESFERA DE PVC
- H - HIDRÔMETRO

DN (pulgada)	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
DN (mm)	20	25	32	40	50	60	75	85	110
Dim Tigre (mm)	17	21,6	30,8	35,2	44	53,4	66,6	75,5	97,8

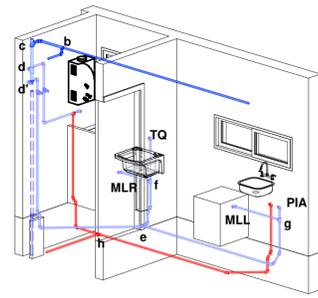


2 HIDRÔMETROS - 7º PAV

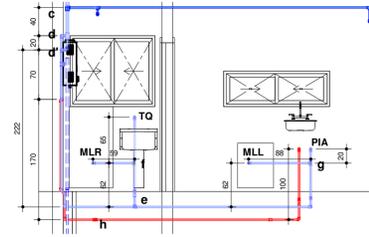


3 HIDROMETROS 7º PAV - ISOMÉTRICO

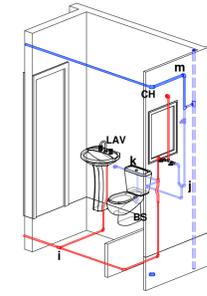
<b>EDIFÍCIO ESTUDADO</b> Porto Alegre - RS	DATA 03/05/2021
RESPONSÁVEL <b>GABRIELA FIABANE DA ROSA</b> Graduada de Engenharia Civil - UFRGS (54) 99603-4104 - gabifrosa@hotmail.com	DESENHO Gabriela
PROPRIETÁRIO	ESCALA 1:50
DISCIPLINA <b>PROJETO HIDRÁULICO - INDIVIDUALIZAÇÃO</b>	FASE Estudo Inicial
DISCRIMINAÇÃO <b>PLANTA BAIXA 7º PAV</b>	ARQUIVO INDIV-03-7PAV-R0
	PRANCHA <b>03</b>



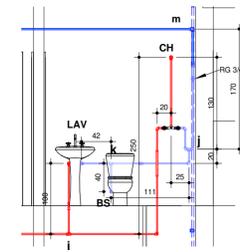
1 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 01 E 04



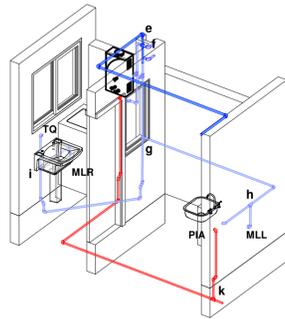
2 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - CORTE - AP FINAL 01 E 04



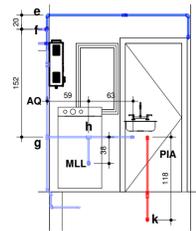
9 BANHEIRO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 01, 02, 04 E 06



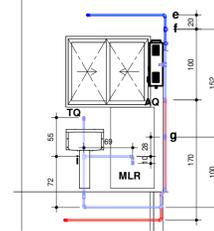
10 BANHEIRO - AP FINAL 01, 02, 04 E 06



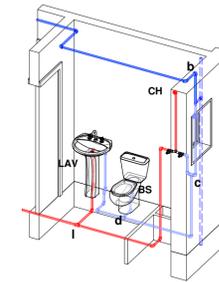
3 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 02 E 03



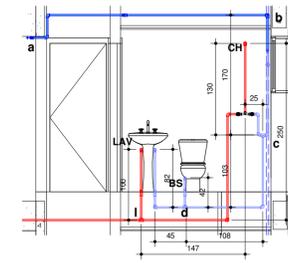
4 COZINHA - AP FINAL 02 E 03



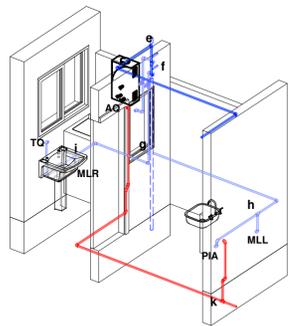
5 ÁREA DE SERVIÇO - AP FINAL 02 E 03



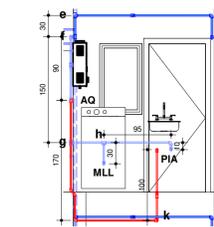
11 BANHEIRO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 03 E 05



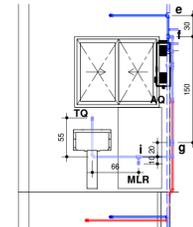
12 BANHEIRO - AP FINAL 03 E 05



6 COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - ISOMÉTRICO - AP FINAL 05 E 06



7 COZINHA - AP FINAL 05 E 06



8 ÁREA DE SERVIÇO - AP FINAL 05 E 06

LEGENDA - INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS																															
<b>TUBULAÇÃO</b>	<b>ÁGUA</b>																														
	ÁGUA FRIA EXISTENTE																														
	ÁGUA FRIA DESATIVADA																														
	ÁGUA FRIA NOVA																														
	ÁGUA QUENTE																														
<b>PEÇAS E ACESSÓRIOS</b>																															
	1 REDUÇÃO																														
	2 JOELHO 90°																														
	3 JOELHO 45°																														
	4 TÊ 90°																														
	5 REG-C - REGISTRO DE GAVETA COM CANOPLA																														
	6 RP - REGISTRO DE PRESSÃO																														
	7 RE - REGISTRO DE ESFERA DE PVC																														
	8 H - HIDRÔMETRO																														
<table border="1"> <tr> <td>DN (poligonal)</td> <td>1/2"</td> <td>3/4"</td> <td>1"</td> <td>1 1/4"</td> <td>1 1/2"</td> <td>2"</td> <td>2 1/2"</td> <td>3"</td> <td>4"</td> </tr> <tr> <td>DN (mm)</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>32</td> <td>40</td> <td>50</td> <td>60</td> <td>75</td> <td>95</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>DN (Tigre mm)</td> <td>17</td> <td>21,6</td> <td>30,8</td> <td>35,2</td> <td>44</td> <td>53,4</td> <td>66,6</td> <td>75,5</td> <td>92,8</td> </tr> </table>		DN (poligonal)	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	DN (mm)	20	25	32	40	50	60	75	95	110	DN (Tigre mm)	17	21,6	30,8	35,2	44	53,4	66,6	75,5	92,8
DN (poligonal)	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"																						
DN (mm)	20	25	32	40	50	60	75	95	110																						
DN (Tigre mm)	17	21,6	30,8	35,2	44	53,4	66,6	75,5	92,8																						

<b>EDIFÍCIO ESTUDADO</b> Porto Alegre - RS	DATA 03/05/2021
RESPONSÁVEL GABRIELA FIABANE DA ROSA Graduanda de Engenharia Civil - UFRGS (54) 99603-4104 - gabifrosa@hotmail.com	DESENHO Gabriela
PROPRIETÁRIO Edifício Estudado	<b>UFRGS</b> Escola de Engenharia
DISCIPLINA <b>PROJETO HIDRÁULICO - INDIVIDUALIZAÇÃO</b>	ESCALA 1:50
DISCRIMINAÇÃO <b>DETALHAMENTOS</b>	FASE Estudo Inicial
	ARQUIVO INDIV-04-DET-R0
	PRANCHA <b>04</b>