

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

Humberto dos Santos Piccoli

**ELABORAÇÃO COM FERRAMENTAS BIM DE
PROJETOS COM SISTEMAS HIDRÁULICOS
PREDIAIS COM MEDIÇÃO COLETIVA E
INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA**

Porto Alegre

Dezembro de 2018

HUMBERTO DOS SANTOS PICCOLI

**ELABORAÇÃO COM FERRAMENTAS BIM DE PROJETOS
COM SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS COM MEDIÇÃO
COLETIVA E INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA**

Projeto de Pesquisa do Trabalho de Diplomação a ser 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 Engenheiro Civil

Orientador: Juan Martín Bravo

Porto Alegre

Dezembro de 2018

HUMBERTO DOS SANTOS PICCOLI

**ELABORAÇÃO COM FERRAMENTAS BIM DE PROJETOS
COM SISTEMAS HIDRÁULICOS PREDIAIS COM MEDIÇÃO
COLETIVA E INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA**

Porto Alegre, dezembro de 2018

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

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Fernando Mainardi Fan (UFRGS)
Dr. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Daniela Guzzon Sanagiotto (UFRGS)
Dra. Pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha família, Eloir, Alda e Bernardo, que sempre me apoiaram, incentivaram e me mostraram o caminho para alcançar meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Professor Juan Martín Bravo, orientador deste trabalho, pela disponibilidade e dedicação apresentadas por todas as etapas do trabalho, além da preocupação em transmitir o conhecimento durante cada reunião.

Agradeço aos meus pais, Eloir e Alda, pelo apoio em todas as minhas escolhas e decisões e por estarem ao meu lado me incentivando a prosseguir no caminho desejado, e ao meu irmão, Bernardo, por ser um exemplo de foco e dedicação e me apoiar em todos os momentos.

Agradeço aos meus amigos mais próximos de Guaíba, que estiveram sempre ao meu lado, apesar do menor tempo de convivência.

Agradeço aos amigos que fiz nos cursinhos pré-vestibular, que me acompanharam e mantiveram a amizade pelo ciclo que passamos juntos para entrar na graduação e durante a graduação.

Agradeço aos meus amigos de graduação, que compartilharam comigo todos os momentos de estudos, festas e de crescimento pessoal, transformando essa jornada em um período de grandes alegrias.

Agradeço, também, aos colegas da SPM Engenharia, que me auxiliaram em diversas questões durante o período em que estou estagiando, e a Eng.^a Catia Raquel Fraga Knies, que me proporcionou minha primeira oportunidade profissional.

.

Nossas dúvidas são traidoras e nos fazem perder o que,
com frequência, poderíamos ganhar,
por simples medo de arriscar.

William Shakespeare

RESUMO

A escassez de água é um problema que está sendo muito discutido ao redor do mundo, sendo assim, nos últimos anos tem se buscado alternativas para minimizar essa situação. As instalações de água fria, em condomínios residenciais, têm evoluído de um sistema de medição coletiva de consumo para um sistema de medição individualizada buscando uma possível diminuição no consumo, além de uma cobrança mais justa. A partir dessa mudança e da alteração da Lei Federal nº 13.312, de julho de 2016, que a acompanha, foram elaborados projetos hidráulicos para cada um dos sistemas, comparando-se os traçados, os quantitativos, os custos e as interferências desses projetos com a arquitetura e a estrutura já existentes, a partir da compatibilização. Desse modo, foram utilizados *softwares* BIM (*Building Information Modeling*) para que fossem gerados projetos com informações que pudessem ser utilizadas por todos os programas de forma automática. Os traçados demonstraram uma maior horizontalidade no projeto de medição individualizada (MI) e uma maior verticalidade no projeto de Medição Coletiva (MC), gerando um quantitativo no MI com mais equipamentos a serem utilizados e maior comprimento total de tubulação. Os traçados afetaram diretamente o orçamento, demonstrando que o MC possui um valor muito mais baixo, aproximadamente 50%, do valor gerado para o MI. Os traçados horizontais do MI também permitiram constatar que nesse projeto havia mais interferências com a estrutura, fato que poderia exigir um retrabalho na elaboração e no cálculo de ambos os projetos (hidráulico e estrutural).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama das etapas do trabalho	17
Figura 2 – Partes constituintes de um sistema predial de água fria.	20
Figura 3 – Esquema de um ramal de abastecimento d’água (sistema usual).	21
Figura 4 – Sistema indireto. Fornecimento intermitente, com pressão.	24
Figura 5– Sistema indireto RI-RS.	26
Figura 6 – Sistema indireto hidropneumático.....	27
Figura 7 – Medição Coletiva (MC).	29
Figura 8 – Medição Individualizada (MI).	31
Figura 9 - Hidrômetros	35
Figura 10 – Planta baixa do pavimento térreo	40
Figura 11 – Planta baixa arquitetônica do segundo pavimento	41
Figura 12 – Planta baixa arquitetônica do terceiro pavimento	42
Figura 13 – Planta baixa arquitetônica do quarto pavimento	43
Figura 14 – Planta baixa arquitetônica do quinto pavimento	44
Figura 15 – Planta baixa arquitetônica do sexto pavimento.....	45
Figura 16 – Planta baixa arquitetônica do sétimo pavimento.....	46
Figura 17 – Início barrilete MC	47
Figura 18 – Planta baixa com MC do pavimento térreo.....	49
Figura 19 – Planta baixa com MC do segundo pavimento.....	50
Figura 20 – Planta baixa com MC do terceiro pavimento.....	51
Figura 21 – Planta baixa com MC do quarto pavimento.....	52
Figura 22 – Planta baixa com MC do quinto pavimento.....	53
Figura 23 – Planta baixa com MC do sexto pavimento.....	54
Figura 24 – Planta baixa com MC do sétimo pavimento	55
Figura 25 – Planta baixa com MC da cobertura	56
Figura 26 – Início barrilete MI	59
Figura 27 – Planta baixa com MI do pavimento térreo	60
Figura 28 – Planta baixa com MI do segundo pavimento	61
Figura 29 – Planta baixa com MI do terceiro pavimento	62
Figura 30 – Planta baixa com MI do quarto pavimento	63
Figura 31 – Planta baixa com MI do quinto pavimento	64
Figura 32 – Planta baixa com MI do sexto pavimento	65

Figura 33 – Planta baixa com MI do sétimo pavimento.....	66
Figura 34 – Planta baixa com MI da cobertura	67
Figura 35 – Painel de <i>clashes</i> encontrados no MC pelo Navisworks®	71
Figura 36 – Principal exemplo de <i>clash</i> no MC.	72
Figura 37 – Painel de <i>clashes</i> encontrados no MI pelo Navisworks®	72
Figura 38 - Principal exemplo de <i>clash</i> no MI.	73

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de vazões nominais definidos pelo INMETRO.....	34
Tabela 2 – Quantitativo do material para MC.	57
Tabela 3 – Quantitativo do material para MI	68
Tabela 4 – Comparação de quantitativos MCxMI.....	69
Tabela 5 – Resumo do orçamento para MC.	74
Tabela 6 – Resumo do orçamento para MI.....	75

LISTA DE SIGLAS

MC – Medição Coletiva

MI – Medição Individualizada

BIM – *Building Information Modeling*

NBR – Norma Brasileira

CUB – Custo Unitário Básico

RS – Reservatório Superior

RI – Reservatório Inferior

INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção

SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil

TCPO – Tabela de Composições de Preços para Orçamentos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DIRETRIZES DA PESQUISA.....	15
2.1 QUESTÃO DE PESQUISA	15
2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	15
2.2.1 Objetivo principal.....	15
2.2.2 Objetivos secundários.....	15
2.3 PRESSUPOSTO	16
2.4 DELIMITAÇÕES.....	16
2.5 LIMITAÇÕES	16
2.6 DELINEAMENTO	17
3 SISTEMAS DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS	19
3.1 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA.....	19
3.2 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA.....	22
3.2.1 Sistema direto de distribuição	23
3.2.2 Sistema indireto de distribuição	24
3.2.3 Sistema misto de distribuição	27
3.3 CONTROLE DA MEDIÇÃO DE VAZÃO EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS	27
3.3.1 Método de medição coletiva.....	28
3.4 HIDRÔMETROS	33
4 UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS BIM.....	36
4.1 USO DO REVIT®	37
4.2 USO DO NAVISWORKS®	37
5 PROJETO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS	39
5.1 PROJETO DA INSTALAÇÃO COM MC	39
5.1 PROJETO DA INSTALAÇÃO COM MI.....	58
6 COMPARAÇÃO ENTRE OS PRJETOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE MEDIÇÃO	69
6.1 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS	70
6.1.1 Compatibilização com o Método de medição coletiva.....	71
6.2 ANÁLISE DOS CUSTOS.....	73
6.3 ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS	77
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
8 REFERÊNCIAS.....	82
APÊNDICE A – RELATÓRIO DE CLASHES COM ESTRUTURA DO MC	84

APÊNDICE B – RELATÓRIO DE <i>CLASHES</i> COM ESTRUTURA DO MI.....	112
APÊNDICE C – TABELA DE CUSTOS DIRETOS TOTAIS COM MATERIAIS E COM MÃO DE OBRA SEM ENCARHOS SOCIAIS PARA SISTEMA MC DE ÁGUA FRIA	173
APÊNDICE D – TABELA DE CUSTOS DIRETOS TOTAIS COM MATERIAIS E COM MÃO DE OBRA SEM ENCARHOS SOCIAIS PARA SISTEMA MI DE ÁGUA FRIA	175
APÊNDICE E – TABELA DE COMPOSIÇÕES UTILIZADA PARA OS ORÇAMENTOS DE SISTEMA COM MC E COM MI	176

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a importância da conscientização do uso de água no planeta vem se tornando cada vez mais necessária. O uso em excesso da água ocorre em diversos setores da sociedade, como na indústria, na agricultura e no uso doméstico e é preciso levar em consideração que, segundo (VICTORINO, 2007), “[...] toda a água do planeta (1.370.000.000 km³) é constituída basicamente de dois tipos: água salgada dos mares e água doce dos rios, lagos e subsolo. Mas o mais importante, a saber: a água salgada ocupa 97% do total, o que vem a ser impossível para o consumo.”. A seguir ele traz dados mostrando que desses 3% que restam de água doce “A água utilizável está nos rios, nos lagos, nas águas da chuva e na água subterrânea. No entanto, elas todas juntas correspondem a apenas 1% do volume de água doce.”. Isso nos mostra que é preciso buscar novos métodos de racionar a água, tanto com tecnologias, quanto com a conscientização do uso racional de água.

Para uma utilização racional da água foi aprovada em 1997 a Lei Federal nº 9.433, que criou o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos que, de acordo com (SRHU/MMA, 2006):

“[...] é um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando a água um elemento estruturante para a implementação de políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social. Seus objetivos finalísticos são: a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em quantidade e qualidade; a redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos; a percepção da conservação da água como valor sócio-ambiental relevante”.

No âmbito civil, um método encontrado para alterar e ajudar a buscar a melhoria no uso racional da água é a alteração do modo de medição de água em condomínios. Essas eram classicamente realizadas de modo coletivo, as Medições Coletivas (MC), que eram feitas por um hidrômetro geral de modo a ratear o consumo geral do condomínio entre todas as unidades autônomas, de acordo com sua área privativa útil. Isso fazia com que os moradores não soubessem exatamente o seu consumo e alguns consumidores poderiam estar pagando pelo uso em excesso de outros, fazendo com que não fossem esclarecidos os gastos de maneira justa.

Após algum tempo, foi percebido que o modo mais justo de se dividir o consumo *per capita* de cada unidade autônoma em um condomínio era realizando a Medição Individual (MI). Assim, cada unidade autônoma possui seu medidor de consumo, trazendo uma proximidade a real utilização de água de cada indivíduo e fazendo com que os consumidores preocupados com o meio ambiente pudessem controlar melhor o uso de água em suas residências e com que os moradores não tão preocupados com o meio ambiente, mas preocupados com os gastos em termos econômicos, também diminuíssem o uso de água por estarem pagando pelo seu real consumo.

Apesar de o consumo ser mais bem percebido após a mudança da medição, surgiram questionamentos se para a indústria da construção civil causaria algum efeito quanto a mudanças nos traçados e custos em projetos e obras. Sendo assim, este estudo também tem como objetivo demonstrar a diferença de projetos com ambos os modos de medição utilizando softwares inclusos no processo BIM (*Building Information Modeling*), para uma melhor visualização das diferenças de traçados escolhidos e para a realização de orçamentos com maior eficácia/eficiência.

Segundo Eastman, C. et. al (2014, p. 1), além de gerar um modelo computacional com geometria exata e com os dados relevantes para dar suporte à construção, o BIM “também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação [...]”. Essas facilidades trazidas pelo sistema farão com que sejam gerados documentos sobre o projeto de forma mais precisa e eficiente, havendo uma correlação entre o projeto modelado e os custos e quantitativo do mesmo, de forma que ocorra uma diminuição da imprecisão dos dados gerados a partir do projeto, e assim podendo proporcionar maior credibilidade na comparação entre os projetos que serão realizados nesta pesquisa.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

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

2.1 QUESTÃO DE PESQUISA

A questão da pesquisa é: a partir da elaboração e comparação de projetos de sistemas hidráulicos com MC e com MI, quais são as principais diferenças de projetos em termos econômicos, quantitativos e de traçado?

2.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos de pesquisa descritos a seguir são classificados em objetivo principal e objetivos secundários.

2.2.1 Objetivo principal

O objetivo principal do presente trabalho é avaliar a influência nos projetos, no aspecto financeiro, quantitativo e de traçado quando comparados Sistemas de Medição Coletiva e Individualizada de água em condomínios.

2.2.2 Objetivos secundários

Verificar a aplicabilidade de ferramentas BIM para tornar as comparações entre projetos mais claras e de forma mais eficiente, com a correlação dos dados gerados em cada projeto.

2.3 PRESSUPOSTO

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

2.4 DELIMITAÇÕES

O presente trabalho delimita-se a comparar custos e traçados dos diferentes sistemas de medição de água nas instalações hidráulicas prediais de água potável em um edifício de sete pavimentos, exclusivamente residencial, na cidade de Porto Alegre. Unicamente será considerada a medição de água fria.

2.5 LIMITAÇÕES

As limitações da pesquisa são descritas abaixo:

- a) os preços dos materiais foram levantados junto a pesquisas especializadas;
- b) valores relativos ao consumo e custo de água, bem como os custos de manutenção desses sistemas, são provenientes de bibliografia existente;
- c) a avaliação dos custos é focada apenas no subsistema de distribuição do edifício, visto que a alimentação foi comum aos dois sistemas de medição propostos;
- d) as tubulações de água fria destinadas ao uso condominial foram desprezadas por não acarretarem em diferença significativa ao custo total ao serem comparados os sistemas de Medição Coletiva e de Medição Individualizada;
- e) os custos de operação do sistema MI foram desprezados. Isto se deve ao fato de que essa função pode ser absorvida por outro funcionário ou até mesmo pelo síndico.

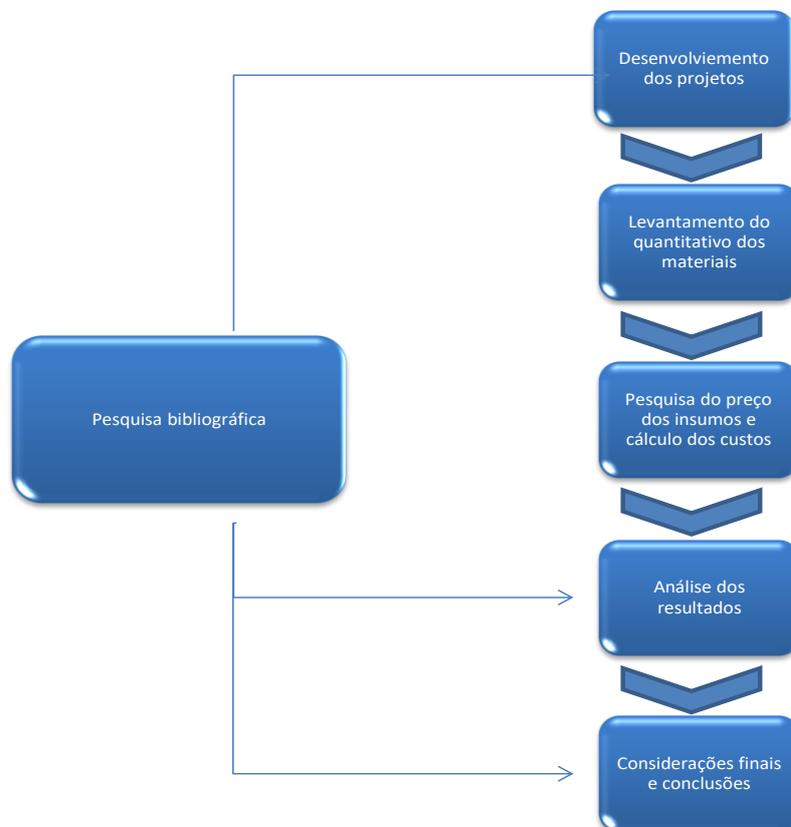
2.6 DELINEAMENTO

As etapas nas quais o trabalho foi realizado estão descritas a seguir:

- a) pesquisa bibliográfica;
- b) desenvolvimento dos projetos;
- c) levantamento do quantitativo dos materiais;
- d) pesquisa do preço dos insumos e cálculo dos custos;
- e) análise do resultado;
- f) considerações finais e conclusões.

A Figura 1 apresenta as etapas do delineamento desse trabalho. É possível perceber também as interações entre as atividades do projeto de pesquisa bem como a sequência das etapas propostas.

Figura 1 - Diagrama das etapas do trabalho



(fonte: próprio autor)

O trabalho foi iniciado por meio de pesquisas bibliográficas que servem de base teórica para o aprofundamento no conhecimento das particularidades de cada sistema, dos procedimentos utilizados para dimensionamentos e de alternativas diversas que podem ser utilizadas de acordo com o sistema de medição utilizado.

Na fase seguinte, os projetos foram desenvolvidos primeiramente com o desenho unifilar dos traçados escolhidos, elaborados pelo autor, para cada sistema de medição. A partir da definição das trajetórias das tubulações, o dimensionamento das mesmas foi realizado através de planilhas em *Excel* formatadas pelo autor de acordo com as orientações da NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998). Assim, o lançamento das tubulações com as devidas rotas e diâmetros foram realizadas no *software* Revit® 2017.

O levantamento dos quantitativos foi realizado mais facilmente através de ferramentas do próprio Revit®, pois ao serem lançadas as redes de água fria na edificação elas já estavam corretamente dimensionadas pelas planilhas eletrônicas citadas anteriormente.

A partir desses dados gerados, foi realizada uma pesquisa de preços, insumos e custos de serviços através de bibliografias especializadas. Gerando, assim, orçamentos detalhados para cada um dos projetos.

De acordo com os orçamentos gerados para cada projeto realizado na etapa anterior, foram feitas análises dos resultados obtidos. Nessa fase avaliaram-se as diferenças de custos e traçados e as vantagens e desvantagens que cada um dos sistemas demonstra a partir dos dados obtidos durante todo o processo. A partir dessas comparações, foram feitas às considerações finais e conclusões sobre os resultados gerados pelo trabalho de pesquisa.

3 SISTEMAS DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

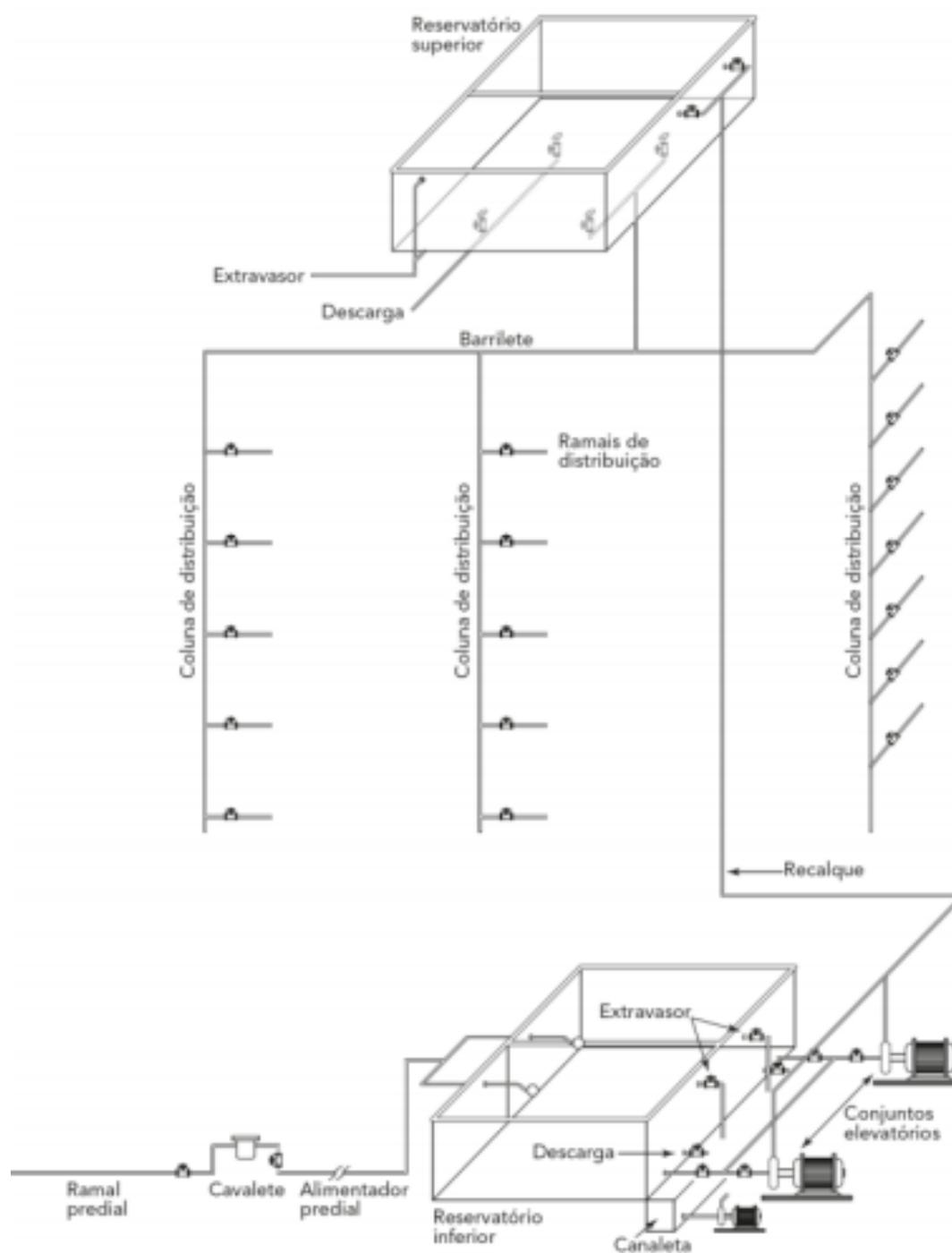
Uma instalação predial de água fria, segundo De Carvalho Júnior (2014, p.17), constitui-se no conjunto de tubulações, equipamentos, reservatórios e dispositivos, destinados ao abastecimento dos aparelhos e pontos de utilização de água da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento.

Os próximos tópicos desta pesquisa irão descrever e caracterizar os componentes de um sistema de instalação hidráulica, tornando possível a melhor compreensão dos sistemas de distribuição, que serão posteriormente apresentados, a fim de obter a escolha mais pertinente para o projeto de pesquisa. Os métodos de medição serão explicados com o objetivo de demonstrar com maior clareza suas diferenças e expor uma análise entre suas vantagens e desvantagens. Por fim, será realizada a classificação dos equipamentos utilizados para o controle da vazão.

3.1 COMPONENTES DE UM SISTEMA DE INSTALAÇÃO DE ÁGUA FRIA

Nesta pesquisa o foco é nas instalações prediais de água fria. Portanto, é preciso que sejam detalhados alguns componentes que fazem parte desse sistema, como apresentado na Figura 2. Conforme De Carvalho Júnior (2014, p.18), são apresentadas, em desenho esquemático, as principais partes constituintes de um sistema predial de água fria de MC ou MI: ramal predial, cavalete, alimentador predial, reservatório inferior, conjuntos elevatórios, tubulações de sucção e recalque, reservatório superior, barrilete, colunas e ramais de distribuição.

Figura 2 – Partes constituintes de um sistema predial de água fria.

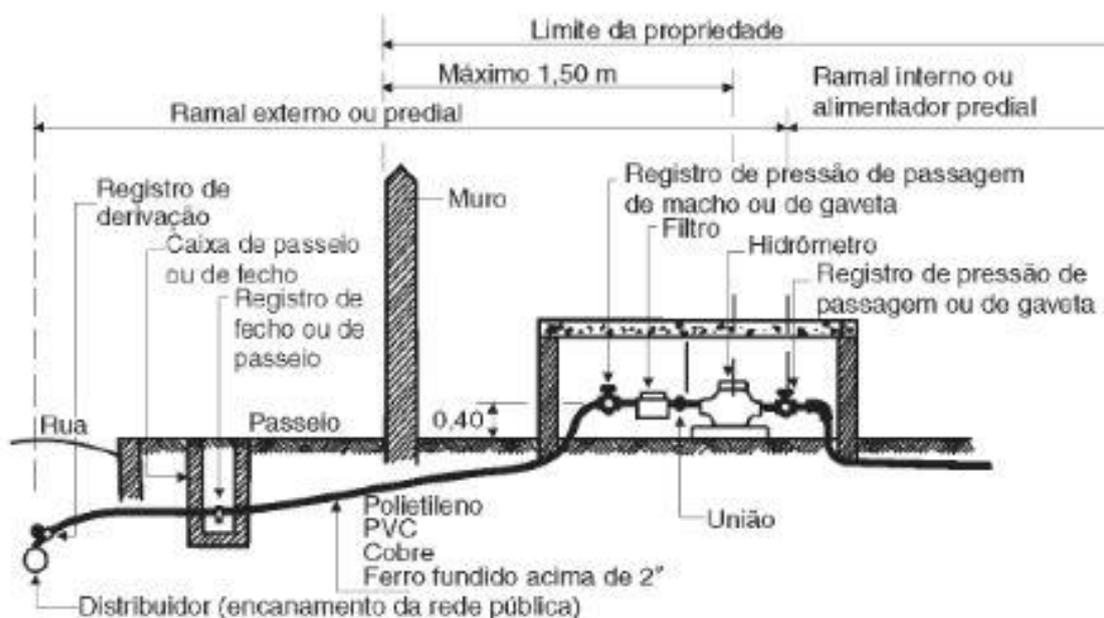


(fonte: DE CARVALHO JÚNIOR, 2014, p.19)

Os componentes que constituem o sistema hidráulico desta pesquisa foram caracterizados individualmente a seguir, para uma melhor compreensão das instalações. Primeiramente, segundo Gonçalves; Oliveira, 2008 os sistemas prediais de água fria podem ser divididos em

subsistemas e um deles é o de abastecimento. Esse abastecimento, como mostrado na Figura 3, ocorre por meio de uma ligação predial que compreende o ramal predial (ou ramal externo), que é o trecho localizado entre a rede pública e o cavalete – onde se encontra o aparelho medidor de água (hidrômetro)-, e por meio de um alimentador predial (ramal interno), que é o trecho entre o medidor e a primeira derivação ou até a válvula de flutuador da entrada de um reservatório.

Figura 3 – Esquema de um ramal de abastecimento d'água (sistema usual).



(fonte: MACINTYRE, 2010, p.2)

De acordo com a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 4-6) são definidos mais alguns itens, como descrito abaixo:

- a) o barrilete é a “Tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto.”;
- b) coluna de distribuição é definida como “Tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais.”;
- c) ramal é definido como “Tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais”;

- d) sub-ramal é a “Tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização”
- e) a rede predial de distribuição é o “Conjunto de tubulações constituído de barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais, ou de alguns destes elementos, destinado a leva água aos pontos de utilização”;
- f) pontos de utilização são considerados como a “Extremidade a jusante do sub-ramal a partir de onde a água fria passa a ser considerada água servida.”;
- g) tipo de abastecimento é a “Forma como o abastecimento do ponto de utilização é efetuado. Pode ser tanto direto, quando a água provém diretamente da fonte de abastecimento, como indireto, quando a água provém de um reservatório existente no edifício.;
- h) a fonte de abastecimento é definida como “Sistema gerado a fornecer água para a instalação predial de água fria. Pode ser a rede pública da concessionária ou qualquer sistema particular de fornecimento de água.”
- i) concessionária é a “entidade responsável pelo abastecimento público de água.”
- j) Vazão de projeto significa o “Valor de vazão, adotado para efeito de projeto, no ponto de utilização ou no ponto de suprimento.”

Por fim, conforme Macintyre (2010, p.13) “A reservação total, a ser acumulada nos reservatórios inferiores e superiores, *não pode ser inferior ao consumo diário*, recomendando-se que não ultrapasse três vezes o mesmo.”

3.2 SISTEMAS DE ABASTECIMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Após conhecer os principais componentes dos sistemas de abastecimento e distribuição de água em edificações é preciso esclarecer que esses sistemas podem ser classificados separadamente “Conforme a existência ou não de uma separação perfeitamente definida entre a rede pública e a rede interna do prédio, classificam-se os sistemas de abastecimento em *sistema direto, sistema indireto e sistema misto*.”, segundo Macintyre (2010, p. 4).

Sabendo-se os tipos de sistemas de distribuição é importante, também, que seja elucidado um fator importante para um bom projeto: a garantia de não existência do refluxo de água. De acordo com a NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998, p. 5) esse fenômeno é o “Escoamento de água ou outros líquidos e substâncias, proveniente de qualquer outra fonte, que não a fonte de abastecimento prevista, para o interior da tubulação destinada a conduzir água desta fonte.”.

A seguir, os diferentes sistemas de distribuição de água serão explicados detalhadamente:

3.2.1 Sistema direto de distribuição

No sistema de distribuição direto, conforme De Carvalho Júnior (2014, p.24) “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.”.

O fato de ser diretamente abastecido pela rede pública faz com que haja a necessidade de um abastecimento contínuo da mesma, com abundância e pressão suficientes para haver o fornecimento necessário de água a toda a edificação, já que não há a existência de reservatório no prédio, segundo Macintyre (2010, p.4).

Esse modo de fornecimento de água à edificação possui vantagens e desvantagens. Por ter um abastecimento direto da rede pública e não necessitar da instalação reservatórios pelo edifício isso gera uma economia nos custos de estrutura e construção do prédio, conforme Macintyre (2010, p.4). Apesar disso, alguns fatores de desvantagem desse sistema, de acordo com Gonçalves; Oliveira (2008, p.10), são:

- a) “fica inoperante quando falta água na rede pública, pois não é provido de reservatório;”;
- b) “necessita de dispositivos anti-retorno, para impedir que a água retorne e possa contaminar a rede pública;”;

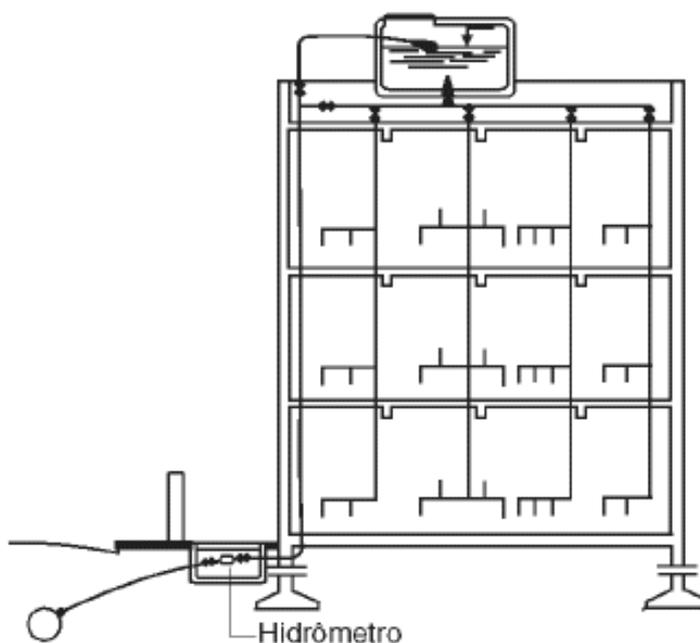
3.2.2 Sistema indireto de distribuição

A intermitência ou as irregularidades no abastecimento de água e as variações de pressões da rede pública fazem com que o sistema indireto, com a adoção de reservatórios, possa minimizar esses problemas conforme De Carvalho Júnior (2014; p. 25). Essas variações de pressão decorrem das variações de picos de consumo durante o dia, de acordo com Macintyre (2010, p.4), esse autor também cita o fato desse sistema permitir que a rede pública, ao invés de ser dimensionada para a descarga máxima, seja projetada para atender à descarga média.

Em Macintyre (2010, p.4) são apresentados dois casos do sistema indireto de distribuição:

- a) “A pressão da rede pública é suficiente para abastecer um reservatório de acumulação, que é colocado na parte mais elevada do prédio. A distribuição interna é feita a partir desse reservatório [...]”, como mostrado na Figura 4;
- b) “A pressão da rede pública é insuficiente para abastecer um reservatório elevado. Emprega-se um reservatório em cota reduzida, até mesmo abaixo do nível do meio-fio, de onde a água é recalçada por bombas [...]”.

Figura 4 – Sistema indireto. Fornecimento intermitente, com pressão.

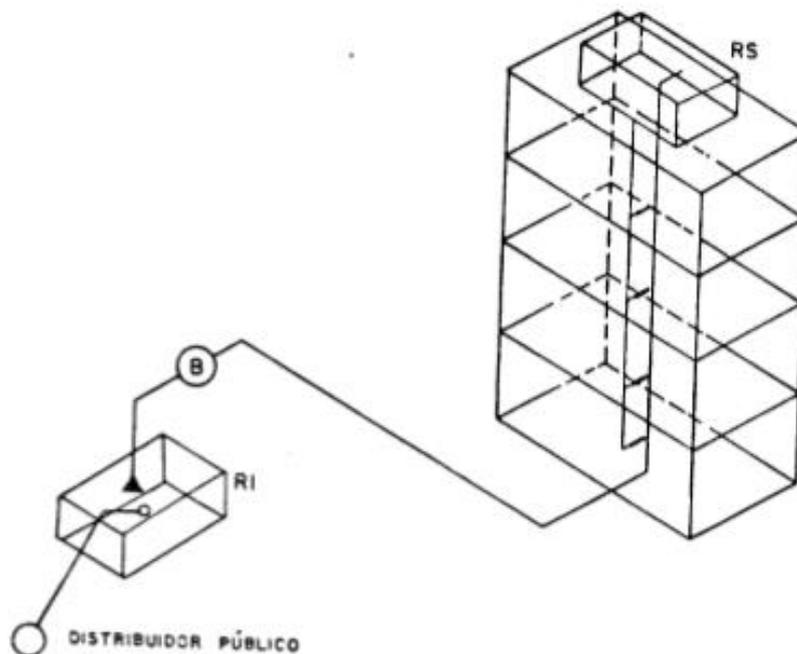


(fonte: MACINTYRE, 2010, p.4)

O primeiro caso, também é conhecido por Gonçalves; Oliveira (2008, p.12) como “Sistema Indireto RS” e é composto pelo alimentador predial com uma válvula de boia, pelo reservatório superior (RS) e pela rede de distribuição. Ainda com os autores, para adotar esse sistema a rede de abastecimento precisa ter condições hidráulicas para elevar a água ao reservatório superior e o reabastecimento desse reservatório é realizado a partir da abertura total ou parcial da válvula de boia quando o consumo na rede de distribuição causa a diminuição no nível de água do reservatório. Caso não haja pressão suficiente da rede de abastecimento para levar a água ao reservatório superior Gonçalves; Oliveira (2008, p.13) explica o “Sistema Indireto com Bombeamento” em que há a presença de um sistema de recalque com a instalação elevatória para suprir o reservatório.

No segundo caso citado anteriormente o sistema é composto por um alimentador predial com válvula de boia, um reservatório inferior (RI), a instalação elevatória, um reservatório superior (RS) e a rede de distribuição, conforme por Gonçalves; Oliveira (2008, p.14). O autor denomina esse caso de “Sistema Indireto RI-RS” (Figura 5) e explica que o sistema funciona com a instalação elevatória sendo controlada por chaves elétricas que se localizam no reservatório superior e que funcionam quando “o nível de água no reservatório superior desce até atingir o nível de ligação, acionando a instalação elevatória, a qual será novamente desligada quando a água voltar a atingir o nível máximo, encerrando o ciclo.”, também cita o fato de o reservatório inferior trabalhar com chaves elétricas e chaves boias em paralelo ao funcionamento da instalação elevatória e podendo que “impossibilitará o acionamento da instalação elevatória quando o referido reservatório estiver vazio”.

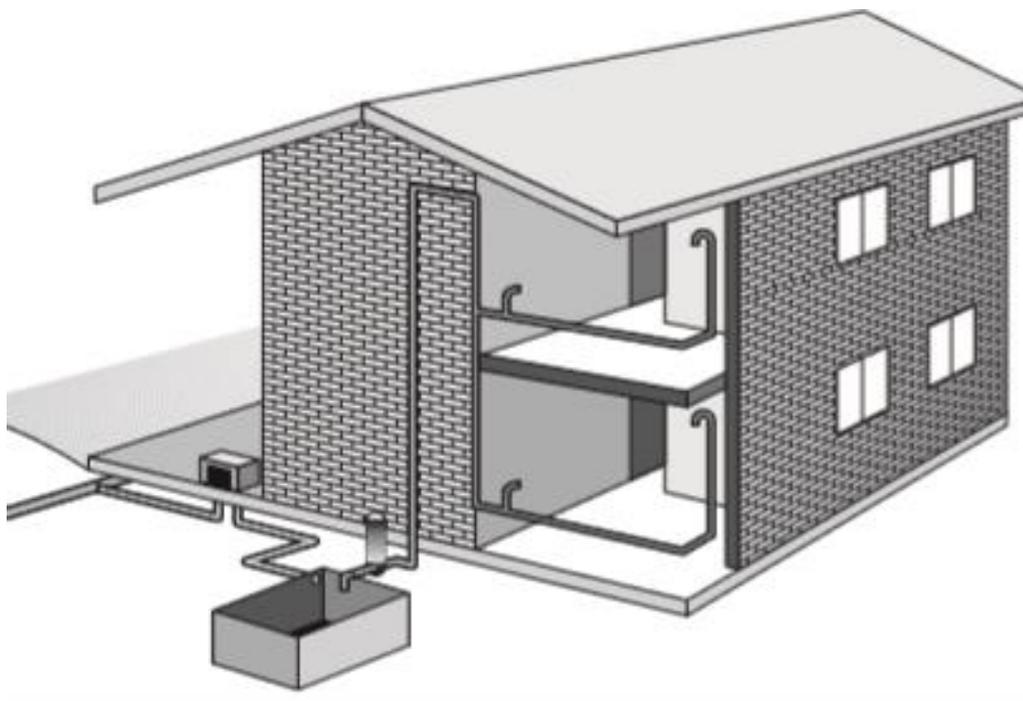
Figura 5– Sistema indireto RI-RS.



(fonte: GONÇALVES; OLIVEIRA, 2008, p.15)

O segundo caso ainda possui mais uma possibilidade, que é chamado por De Carvalho Júnior (2014, p.27) de “Sistema indireto hidropneumático” (Figura 6) e é “[...] adotado sempre que há a necessidade de pressão em determinado ponto da rede, que não pode ser obtido pelo sistema indireto por gravidade [...]”. De acordo com o autor “Esse sistema de abastecimento requer um equipamento para pressurização de água a partir do reservatório inferior.” E possui um gasto adicional, pois “[...] caso falte energia elétrica na edificação, ele fica inoperante, necessitando de gerador alternativo para funcionar.”.

Figura 6 – Sistema indireto hidropneumático.



(fonte: DE CARVALHO JÚNIOR, 2014, p.27)

3.2.3 Sistema misto de distribuição

Esse sistema, de acordo com Macintyre (2010, p.7), “[...] 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.”. Tanto o autor citado quanto De Carvalho Junior (2014, p.29) citam como exemplos o uso do reservatório alimentar a rede predial interna, enquanto a alimentação de torneiras de jardim é realizada diretamente pela rede pública pelo fato de que “[...] a pressão na rede pública quase sempre é maior do que a obtida pelo reservatório superior [...]” (DE CARVALHO JÚNIOR, 2014, p.29).

3.3 CONTROLE DA MEDIÇÃO DE VAZÃO EM INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS PREDIAIS

O trabalho da pesquisa em questão tem como seu objetivo principal a busca pela melhor alternativa através do estudo das diferenças entre os possíveis métodos que podem ser adotados para a medição do volume de água em uma edificação. Os métodos de Medição

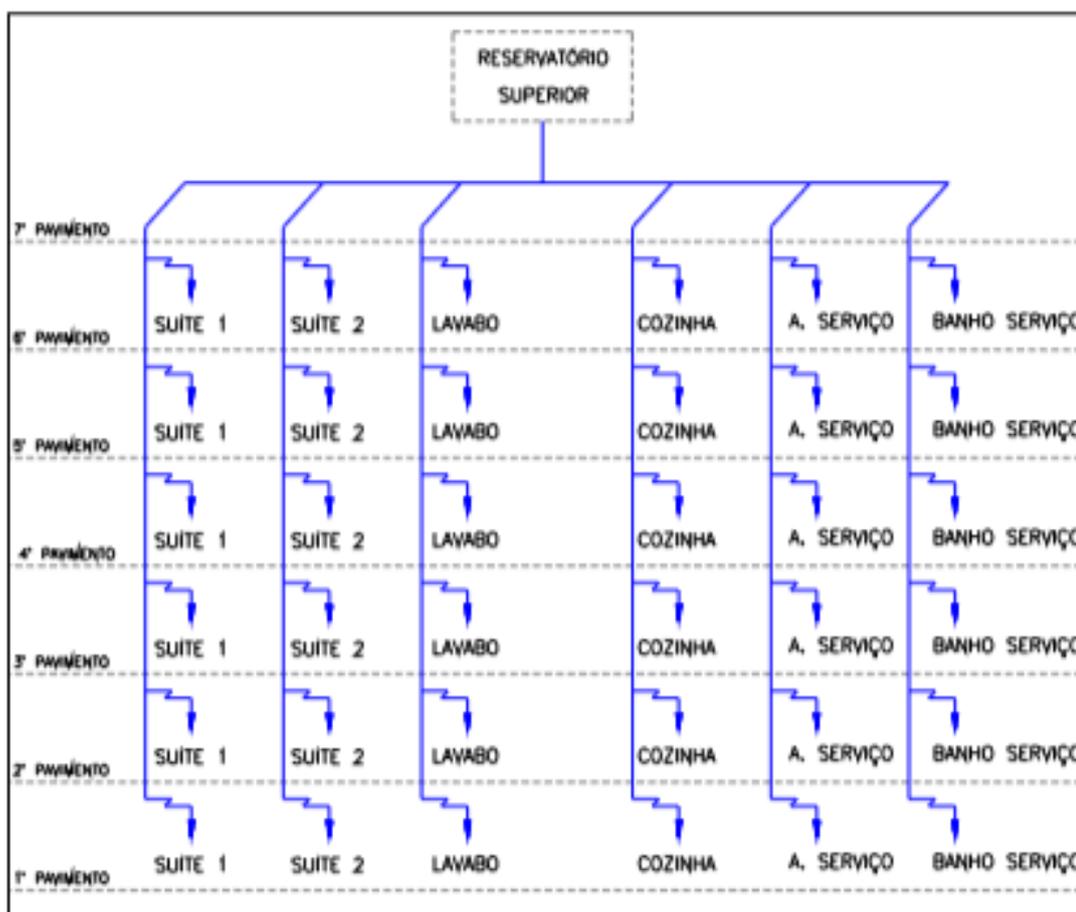
Coletiva (MC) e de Medição Individualizada (MI) possuem notórias diferenças e as particularidades de cada uma tem reflexo na questão de economia de água, dos custos de construção, manutenção e operação dos métodos.

A NBR 5626 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1998) não define qual método de medição deve ser escolhido na escolha do traçado das redes de água de um projeto e nem quanto aos equipamentos e instalações que devem constituir qualquer um desses métodos. O projetista ou as leis, decretos e planos diretores do município devem estabelecer os critérios e os traçados adequados quantos ao método definido, mas conforme a Lei Federal nº 13.312, de julho de 2016, que “Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007”, será obrigatória a utilização de medição individualizada do consumo hídrico em edificações condominiais após cinco anos de sua publicação oficial. Os sistemas de medição, coletiva e individualizada, serão esclarecidos de acordo com suas características e leis.

3.3.1 Método de medição coletiva

As instalações hidráulicas prediais que possuem o sistema tradicional, com MC, tem como característica possuem apenas um controle de consumo de água, independente do número de unidades consumidoras de água, segundo Ferraro (2013, p. 26). O mesmo autor ainda explica que nesse sistema “[...] a água sai do reservatório, através do barrilete, e alimenta as colunas de água fria. Essas, por serem totalmente verticais, distribuem água para uma mesma área hidráulica nos diferentes pavimentos da edificação [...]”, por exemplo, um banheiro para cada pavimento, assim não há nenhuma diferenciação das quantidades de água consumidas entre as unidades habitacionais individualmente, demonstrado na Figura 7, ainda de acordo com o autor citado anteriormente nesse parágrafo.

Figura 7 – Medição Coletiva (MC).



(fonte: CARVALHO, 2010, p.10)

Esse método possui um consumo menor de material, porque a existência de uma coluna de água por cada área hidráulica “propicia a quase inexistência de trechos horizontais” segundo Ferraro (2013, p.26). Conforme Carvalho (2010, p.11) “Como a edificação possui colunas que abastecem a mesma área hidráulica em pavimentos sobrepostos de diferentes apartamentos, não existe um trecho de tubulação, que a partir do qual tenha toda a tubulação de uma única unidade habitacional.” E ainda explicita que “[...] o sistema de distribuição convencional de água dificulta a colocação de hidrômetros de modo que seja possível a medição de cada unidade separadamente.”.

Unidades habitacionais que possuem mesmo número de consumidores e que estes tenham características sociais e financeiras que se equivalem, ainda assim possuem diferentes hábitos de consumo, conforme Yamada et al. (2001, p.12), que também aponta a “[...] grande

despreocupação e desconhecimento por parte da população que reside em habitações com medição coletiva, frente às ações de economia e racionalização da água.”

3.3.1 Método de medição individualizada

Neste método a medição é realizada de modo que “[...] cada apartamento possui um hidrômetro próprio, além do hidrômetro principal (coletivo), que continua instalado na entrada do condomínio.”, conforme cita Bussolo (2010, p.17). Isso gera uma maior conscientização do consumidor quanto aos gastos individuais de sua habitação e causa uma maior conscientização quanto ao uso de água, podendo fazer com que haja um racionamento desse uso. O mesmo autor, citado nesse parágrafo, ainda afirma que “[...] É o sistema de medição mais justo, pois cada um paga somente pela quantidade de água consumida no interior do seu apartamento, somado ao consumo da parte comum, que é rateada de forma igual entre todos os apartamentos”.

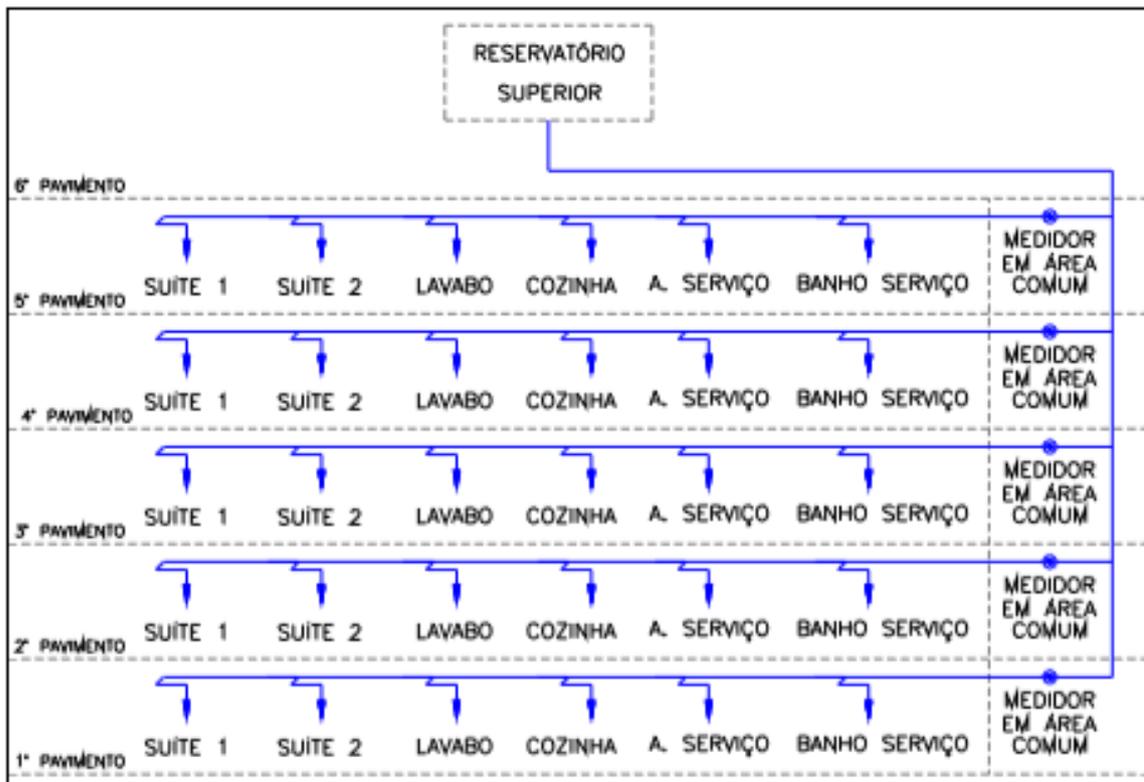
A disponibilização em área comum da edificação de espaços para a colocação de uma coluna principal de água, de hidrômetros, receptores, concentradores e infraestrutura é um diferencial em relação ao método de MC, como explicita Carvalho (2010, p.12). O autor ainda ressalta o fato de ser necessário encontrar esse espaço em locais que já a existência de outros sistemas, como telefonia, hidrantes e outras instalações e que o ponto de controle e medição é instalado da saída das colunas verticais até a entrada do ramal na unidade autônoma.

Uma das maiores diferenças encontradas ao comparar o MC ao MI é no traçado que cada um desses projetos irá possuir. Segundo Carvalho (2010, p.13):

Em vez de colunas de água distribuídas em todas as áreas hidráulicas, são consideradas colunas de água centralizadas, de forma que a distribuição horizontal é feita em cada apartamento, gerando a necessidade de rebaixo em gesso ou sancas no interior das unidades.

Na Figura 8, abaixo, é demonstrado um esquema da distribuição da água ao ser utilizado um sistema de Medição Individualizada de água:

Figura 8 – Medição Individualizada (MI).



(fonte: CARVALHO, 2010, p.13)

O surgimento da individualização da medição de água é ter uma alternativa que possa fazer frente ao sistema convencional e que possa trazer uma redução do consumo de água pelos usuários, além da conscientização desse uso. Segundo Yamada et al. (2001, p.1):

Dentre todas as ações apresentadas, tecnicamente, a medição individualizada ou setorizada em edifícios se enquadra como sendo uma ação indireta de intervenção em metodologias para economia de água, tanto para o usuário como para o condomínio. As demais opções são ações de intervenção direta aos sistemas hidráulicos prediais, as quais visam a redução e controle de desperdício de água através da atuação e manutenção de projetos hidráulicos danificados e ineficientes.

Com a medição individualizada, o usuário passa a adquirir maior consciência do uso da água, já que ele estará pagando em função do seu consumo.

O autor ainda explica a contribuição indireta desse modo de medição ao condomínio “através da atribuição de facilidades e eficiência na verificação de vazamentos nas unidades habitacionais [...]”.

Apesar de ainda ser difícil ter uma boa precisão de quanto à implantação do MI causou a redução do consumo de água, conforme Ferraro (2013, p.28), pelo fato de que as características sociais, culturais, financeiras devem ser consideradas ao aplicar a metodologia de conservação de água é possível trazer alguns dados realizados por um estudo realizado por Silva (2010, p.86) que afirmam ter ocorrido uma redução equivalente a 22,1% nos índices de consumo em edifício populares da Bahia, em torno de 27% na África do Sul e 31,75% na Região Metropolitana de Recife, entre outros índices que mostram tal redução em outros locais.

Em 2016, o então presidente em exercício Michel Temer, sancionou a lei que determina que a medição de consumo de água em condomínios deve ser individualizada e essa medida deve passar a valer a partir de 2021. Essa Lei Federal nº 13.312, de julho de 2016, que “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.” cita:

Art. 1o Esta Lei torna obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais.

Art. 2º O art. 29 da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, passa a vigorar acrescido do seguinte § 3º:

"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." (NR)

Art. 3º Esta Lei entra em vigor após decorridos cinco anos de sua publicação oficial]

Apesar de apresentar diversas vantagens, também é preciso destacar que, segundo Foletto (2008, p.10-11), há certas desvantagens no uso do sistema de MI, as quais algumas são citadas abaixo:

- a) “problemas de pressão, especialmente nos andares mais elevados, [...]” pela perda de carga, podendo ocasionar a “[...] necessidade de se ter dispositivos pressurizadores ou redutores de pressão (em prédios com mais de 15 andares) e de se selecionar equipamentos hidráulicos com vazões não muito elevadas.”;
- b) “o sistema pode vir a ser um complicador para síndicos e administradoras, quanto ao controle das manutenções preventivas e corretivas dos medidores.”;
- c) dificuldades “[...] no estabelecimento dos limites de competência da Concessionária/Serviços Autônomos pra prevenir eventuais acusações de invasão de propriedade ou desrespeito à privacidade dos condôminos.”;
- d) “custo muito elevado dos hidrômetros e da manutenção, colocando em dúvida a viabilidade econômica desse novo sistema.”.

3.4 HIDRÔMETROS

Conforme Carvalho (2010, p.25) “O hidrômetro é o instrumento destinado a medir e indicar continuamente, o volume de água que o atravessa.”. E ainda, de acordo com Ferraro (2013, p.30), “O principal desafio, ao dimensionar um hidrômetro, é fazer com que a maior parte da vazão passante esteja entre a mínima e a máxima de funcionamento.”, pois de acordo com o autor vazões que não estejam entre esses limites “fazem com que o hidrômetro expresse valores com erros maiores do que os estabelecidos pela norma.”.

Segundo Macintyre (2010, p.3-4), são dois os tipos de hidrômetros em instalações prediais:

- *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 se 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.

Os hidrômetros acima são considerados mecânicos e são os mais utilizados no Brasil, “pois a adoção desse tipo de medidor para a micromedição se torna mais eficaz, devido às suas capacidades de integração das funções de medição, totalização e armazenamento de dados” segundo Foletto (2008 apud TAMAKI 2003).

A Portaria n. 246 do Inmetro classifica os hidrômetros em A, B e C, de acordo com a sua classe metrológica. Essas classes são confiáveis para valores de vazão mínima de até 4, 2 e 1% da vazão nominal, respectivamente. A categoria C possui maior precisão, perdendo a exatidão na categoria B e assim por diante, segundo (INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL, 2000).

O Inmetro ainda possui uma sequência padronizada para os valores de vazão nominal em m³/h que são normalizados, como apresentado na Tabela 1. E, de acordo com Carvalho (2010, p.33), eles são vendidos de acordo com sua vazão nominal como, novamente, indica a Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de vazões nominais definidos pelo INMETRO.

Valores de vazão nominal (m ³ /h)									
0,6	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5	5,0	6,0	10,0	15,0

(fonte: Portaria do INMETRO n° 246 de 17 de outubro de 2000)

No âmbito dessa pesquisa ainda houve um fator importante a ser considerado: a localização do hidrômetro. De acordo com Coelho; Maynard (1999), essa escolha deve ser feita conforme o modo de faturamento e o processo de leitura (direta ou indireta) que será utilizado. Além disso, em um sistema individualizado é preciso que haja a escolha do posicionamento do grupo de hidrômetros que se distribuirão individualmente para cada apartamento de cada

pavimento. O autor ainda explica que os hidrômetros, Figura 9, devem sempre ser instalados em áreas comuns, como o hall de entrada dos apartamentos, na cobertura ou no térreo.

O dimensionamento dos hidrômetros é outro fator importante em um projeto de instalações de água fria em edificações. Para o hidrômetro principal, Coelho; Maynard (1999) acredita que o hidrômetro principal instalado no ramal predial deve possuir um amplo campo de medição e que foi verificado que a utilização de Classe Metrológica C é a mais conveniente, pela prática analisada. Já para os hidrômetros individuais, de acordo com Foletto (2008), o dimensionamento dos hidrômetros deve ser:

“[...] numa bitola tal que não provoque uma perda de carga exagerada que limite o consumo nos pontos de utilização da instalação predial de água. Ainda, outro aspecto a considerar é que o “campo de medição” do hidrômetro cubra o campo de vazões com o qual vai trabalhar o ramal de alimentação no qual está instalado o aparelho.[...]”

Figura 9 - Hidrômetros



Fonte: <https://tribunademinas.com.br/noticias/economia/05-10-2017/ipem-mg-podera-aferrir-hidrometros-residenciais.html>

4 UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS BIM

Os projetos que foram realizados nesta pesquisa buscaram utilizar os recursos fornecidos pelo sistema BIM. Segundo Eastman et. al. (2014, p.13) “definimos BIM como uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

O CADERNO DE APRESENTAÇÃO DE PROJETOS EM BIM (Governo de Santa Catarina) explica que “O conceito BIM é embasado, essencialmente, em uma metodologia de troca e compartilhamento de informações durante todas as fases do ciclo de vida de uma edificação [...]” e também afirma que “[...] o BIM é uma base de dados lógica e consistente, com toda a informação da edificação, constituindo um repositório de dados e conhecimentos compartilhado durante todo o ciclo de vida do empreendimento.”.

A tecnologia BIM possui diversas vantagens. Eastman (2014, p.17-18) considera alguns dos benefícios da utilização desse processo durante a fase de projeto sendo a visualização antecipada e mais precisa de um projeto, o fato de que correções automáticas de baixo nível podem ser modificadas já nessa fase, geração de plantas precisas e consistentes, a colaboração antecipada entre todos os diferentes tipos de projetos a partir da compatibilização, a extração de estimativas de custos e a incrementação da eficiência energética.

Diversos *softwares* fazem parte da tecnologia BIM, e o mercado brasileiro possui uma grande variedade dos mesmos. A seguir serão listados alguns desses *softwares* acompanhados das empresas que possuem esses produtos. O foco foi dado para a fase de projeto, que é o objetivo dessa pesquisa.

Conforme dados obtidos pelo CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), a partir do Volume 3 da Coletânea Implementação do BIM para Construtores e Incorporadoras (2016), há no mercado brasileiro a Autodesk, “atual líder no mercado de *softwares* BIM no Brasil”, que, entre outros, tem como produtos utilizados na fase de projetos o Revit[®], Navisworks[®], Civil 3D[®] e AutoCAD[®]. Outra empresa seria a Nemetschek, que tem como

principais produtos o ArchiCAD[®], o Solibri[®] e o Vectorworks[®]. Por final a empresa Trimble que possui os *softwares* Tekla[®] e Vico Software[®].

4.1 USO DO REVIT[®]

Para a modelagem desse projeto, inicialmente foi utilizado o *software* da Autodesk denominado Revit[®] 2018, que conforme explicado pelo CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção), no Volume 3 da Coletânea Implementação do BIM para Construtores e Incorporadoras (2016) é:

“Solução desenvolvida especificamente para BIM, que permite o desenvolvimento de modelos com recursos para modelagem (arquitetônica, estrutural, sistemas prediais), anotação, documentação (layout e impressão), levantamento de quantitativos, geração de legendas e tabelas, geração de câmeras e renderizações e geração de passeios interativos (“walkthroughs”). Possui capacidade de Associação Bidirecional: uma alteração em um ponto específico é uma alteração global. Neste software, todas as informações de modelos são armazenadas em um único banco de dados coordenado. As revisões e alterações efetuadas nas informações são automaticamente atualizadas em todo o modelo, reduzindo significativamente a quantidade de erros e omissões. Esses componentes oferecem um sistema gráfico aberto para considerações de design e criação de formas, ao mesmo tempo em que fornecem a oportunidade de ajustar e expressar a intenção de design em níveis cada vez mais detalhados. Use componentes paramétricos para as montagens mais elaboradas, como trabalho de marcenaria e equipamentos, e também para as peças de construção mais elementares, como paredes e colunas. O melhor de tudo é que nenhuma codificação ou linguagem de tabela é necessária [...]”.

Nesta pesquisa, o fato deste produto gerar tabelas precisas para quantitativos e para estimativas de custos e de proporcionar uma modelagem mais eficiente e que gera uma visualização em terceira dimensão automaticamente das instalações geradas fez com que o projeto pode ter sido realizado de forma mais precisa e que as comparações entre os projetos com MI e MC foram percebidas mais facilmente.

4.2 USO DO NAVISWORKS[®]

Para a compatibilização desse projeto tanto os arquivos de arquitetura e de estrutura, que não foram objeto de estudo desse trabalho, quanto os projetos de água fria com MC e MI - que

foram o foco do estudo em questão – foram inseridos e combinados em um arquivo no *software* da Autodesk chamado Naviswrosk[®] 2017.

Segundo Peccin (2018, p.78) “O Navisworks possui uma ferramenta de *clash detection* (detecção de conflitos) que permite a seleção de um modelo (ou apenas partes de um modelo) para comparação com outro.”, deste modo o mesmo autor ainda que o *software* gera então “[...] um relatório dos conflitos encontrados, oferecendo ainda opções para agrupamento de conflitos, classificação e representação de *status* de cada conflito.”.

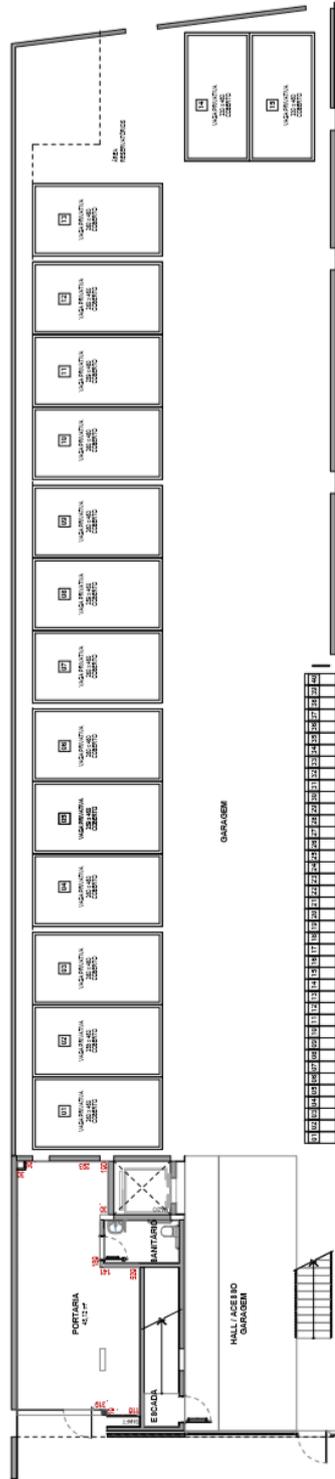
5 PROJETO DAS INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS

Neste capítulo, são apresentados os dados de entrada necessários para a realização dos projetos de instalações hidráulicas de água fria do edifício analisado. Também é de grande importância para o estudo, a apresentação do memorial de cálculo resumido, de tabelas de quantitativos, que futuramente serão utilizadas para cálculo do orçamento, para cada um dos projetos com diferentes métodos de medição.

5.1 PROJETO DA INSTALAÇÃO COM MC

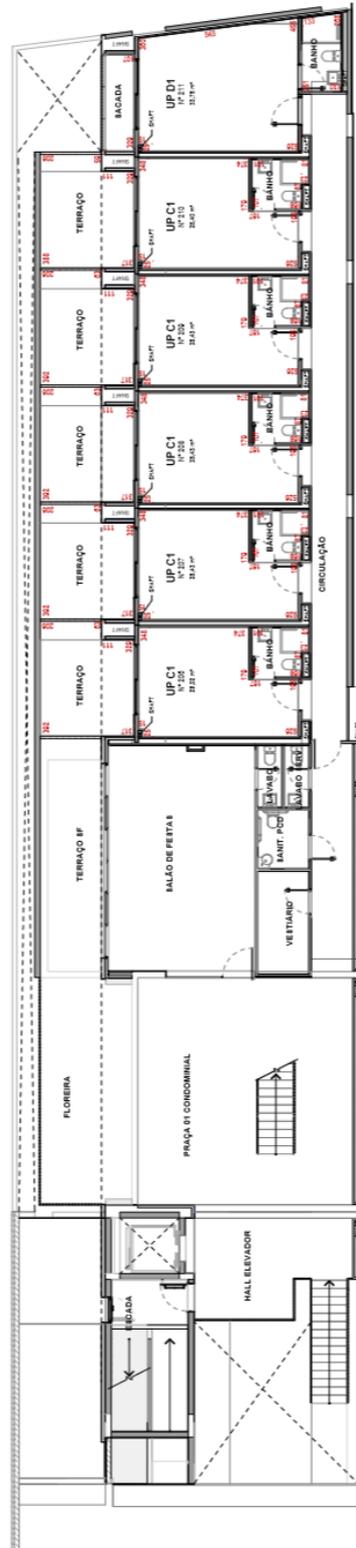
O sistema de medição coletiva foi pensado através da análise da planta original do prédio, que possui 7 pavimentos, sendo o primeiro de garagem e portaria, e os outros com as unidades residenciais. As unidades do sexto pavimento são duplex com o sétimo pavimento.. O fato de não existirem pavimentos-tipo teria dificultado a distribuição das CAF, caso não houvesse *shafts* em todos os apartamentos. A partir desse fato, foi definido o número de CAF ideal para alimentar a edificação. As plantas baixas arquitetônicas estão apresentadas nas Figuras a seguir, especificadas como sendo: Figura 10 – Pavimento Térreo, Figura 11 – Segundo Pavimento, Figura 12 – Terceiro Pavimento, Figura 13 – Quarto Pavimento, Figura 14 – Quinto Pavimento, Figura 15 – Sexto Pavimento e Figura 16 – Sétimo Pavimento.

Figura 10 – Planta baixa do pavimento térreo



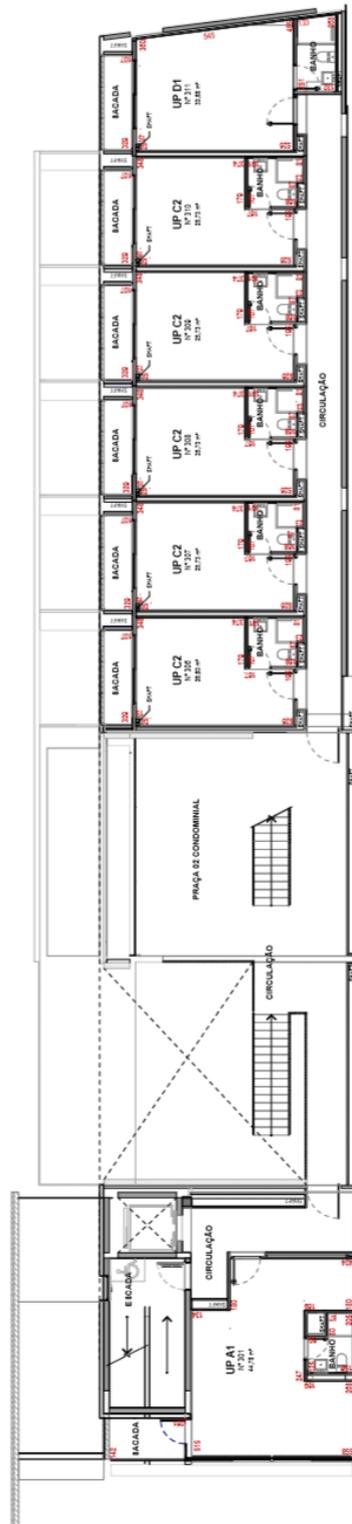
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 11 – Planta baixa arquitetônica do segundo pavimento



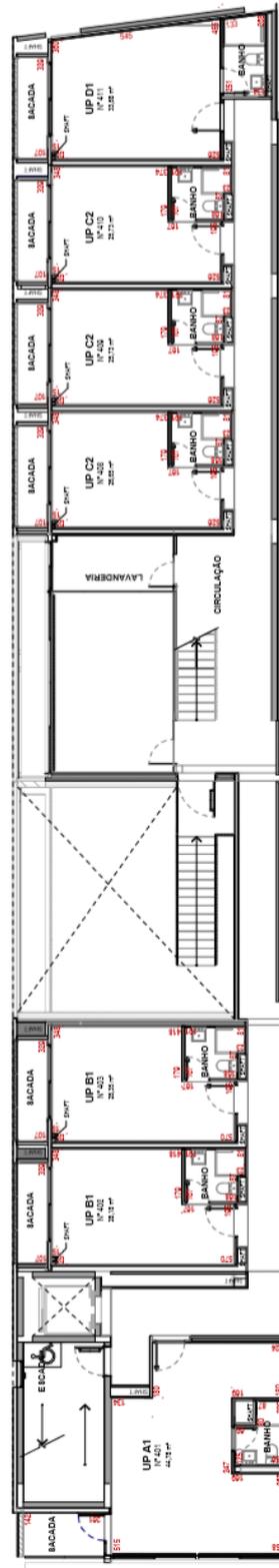
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 12 – Planta baixa arquitetônica do terceiro pavimento



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 13 – Planta baixa arquitetônica do quarto pavimento



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 14 – Planta baixa arquitetônica do quinto pavimento



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 15 – Planta baixa arquitetônica do sexto pavimento



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 16 – Planta baixa arquitetônica do sétimo pavimento

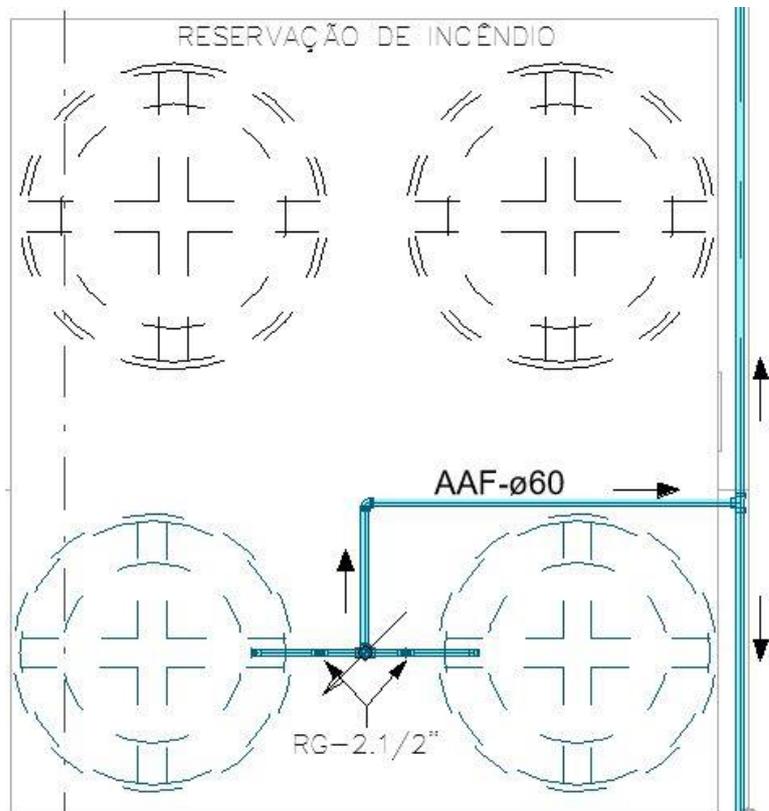


(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Após a definição das CAF, iniciou-se a busca pelo melhor traçado para a rede de água fria. No caso de um subsistema de distribuição interna de uma instalação predial com MC, o projeto é composto por barrilete, CAF, ramais e sub-ramais. Sendo o sistema de reservação localizado em um local elevado para os reservatórios na cobertura, é nessa área que está localizado a saída da tubulação e que faz com que o restante do barrilete se estenda pela cobertura. Esse barrilete fornece água as dez CAF que irão abastecer os ramais e sub-ramais das habitações.

A Figura 17/Figura 16 mostra a área elevada onde estão localizados os reservatórios, com uma cota de 21,27 m, e é possível perceber o início do barrilete, interligando os reservatórios entre si e com as dez CAF. A tubulação do barrilete é formada basicamente por tubos de 60 mm, mas tendo as tubulações que se conectam diretamente com as CAF com 40 mm em sua maioria, com exceção às duas mais distantes da reservação que possuem um diâmetro nominal de 50 mm. Na mesma Figura 17 também é possível notar a presença de dois registros gaveta de 2.1/2" polegadas presentes na interligação entre reservatórios e barriletes para facilitar na manutenção e limpeza dos reservatórios e do sistema.

Figura 17 – Início barrilete MC

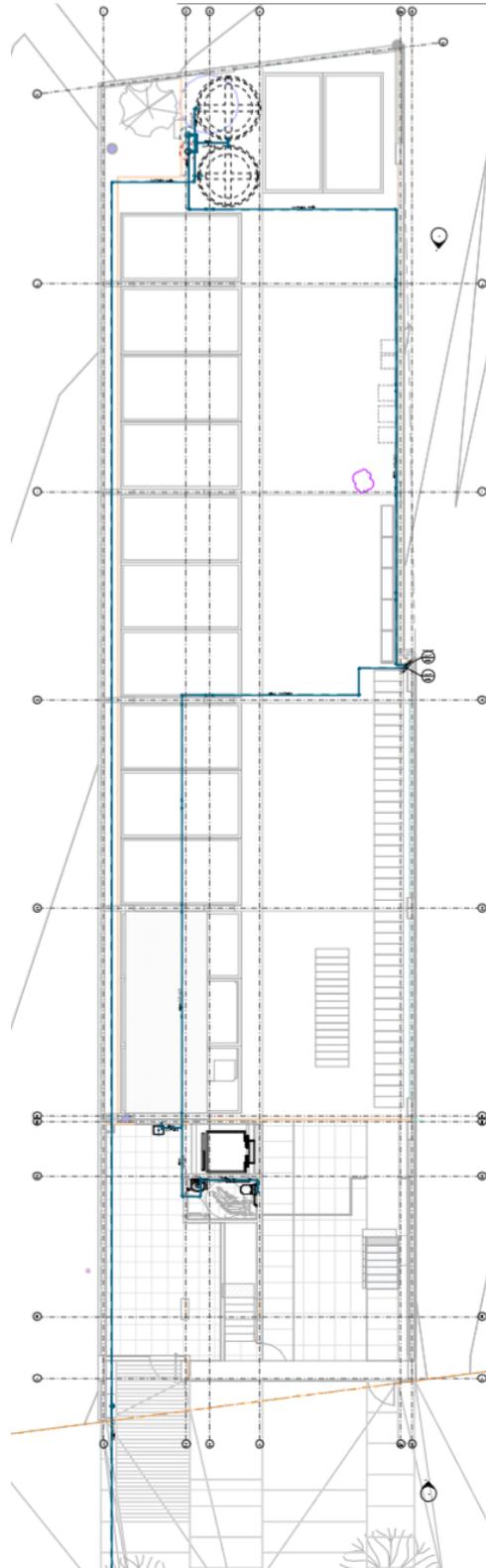


(fonte: elaborado pelo autor)

Com a definição das CAF, deu-se prosseguimento ao traçado dos ramais e sub-ramais, que foi dificultado pela não simetria dos pavimentos. Por consequência, as CAF não são idênticas, havendo diferenças de acordo com a quantidade de equipamentos hidráulicos que cada uma alimenta e com as distâncias que elas estão em relação ao ponto inicial do barrilete. Há semelhança nas CAF 1 e 2, CAF 3 e 4, CAF 6, 7 e 9, enquanto as outras se diferem de todas. Ao longo das tubulações o diâmetro foi sendo reduzido de forma gradual, conforme o aumento de pressão disponível e a diminuição da vazão nas CAF.

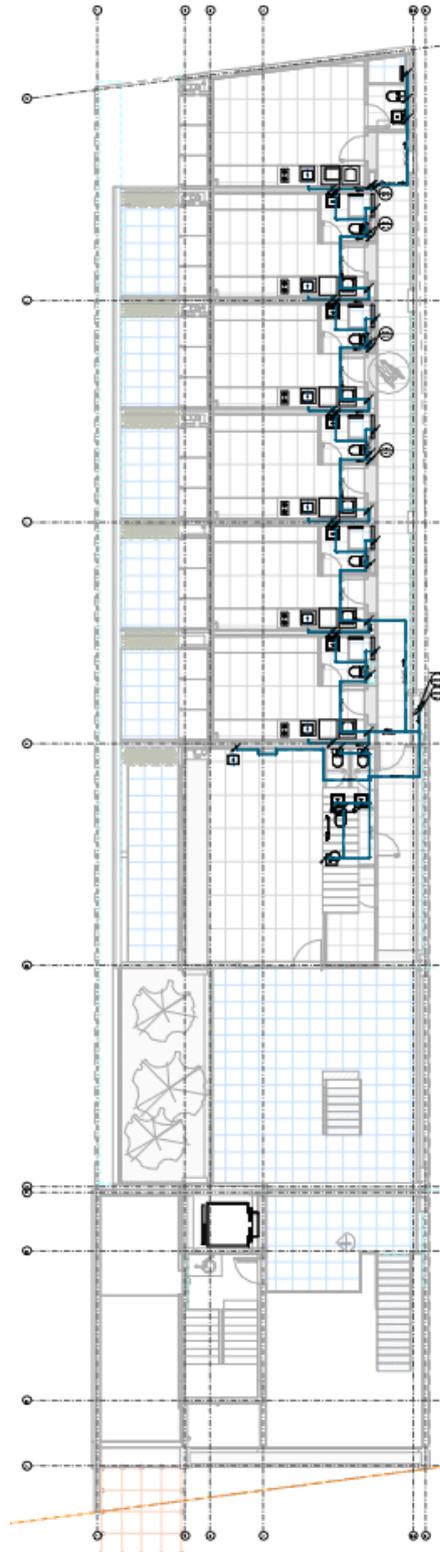
Os diâmetros nos ramais e sub-ramais diferem em diversos casos, mesmo que haja alimentação de conjuntos de equipamentos hidráulicos constituídos e localizados de forma similar, pois há diferença nas “chegadas” das colunas em cada pavimento e nas distâncias dessa com relação aos reservatórios. Porém, o diâmetro nominal mais utilizado foi de 25mm, pois é considerado um diâmetro que pode permitir, em caso de reformas e acréscimo de equipamentos hidráulicos em uma região, a continuação da rede sem causar alguns problemas para a pressão e vazão que poderiam ser causado caso fossem utilizados os diâmetros 20 e 15 mm, mesmo em partes da rede que eles seriam aceitáveis em termos de cálculos. As plantas finais estão apresentadas abaixo, de acordo com a seguinte classificação: Figura 18 – Pavimento Térreo, Figura 19 – Segundo Pavimento, Figura 20 – Terceiro Pavimento, Figura 21 – Quarto Pavimento, Figura 22 – Quinto Pavimento, Figura 23 – Sexto Pavimento, Figura 24 – Sétimo Pavimento e Figura 25 – Cobertura.

Figura 18 – Planta baixa com MC do pavimento térreo



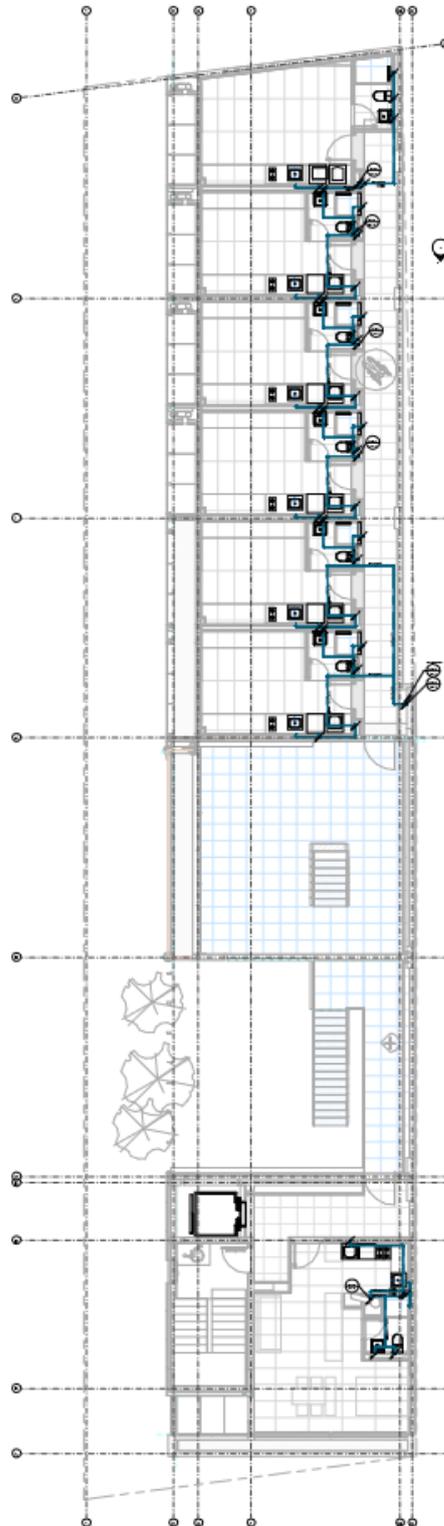
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 19 – Planta baixa com MC do segundo pavimento



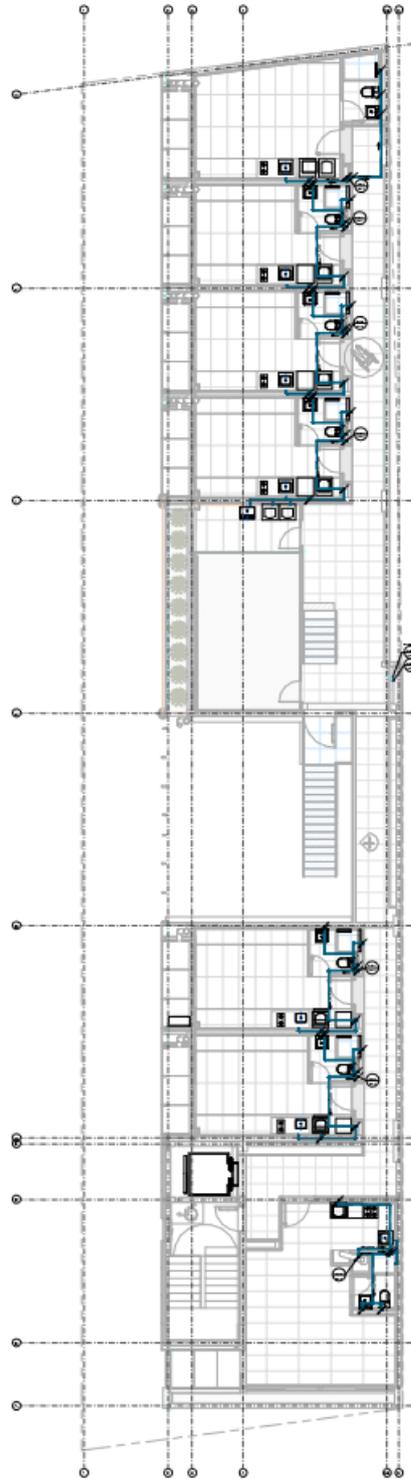
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 20 – Planta baixa com MC do terceiro pavimento



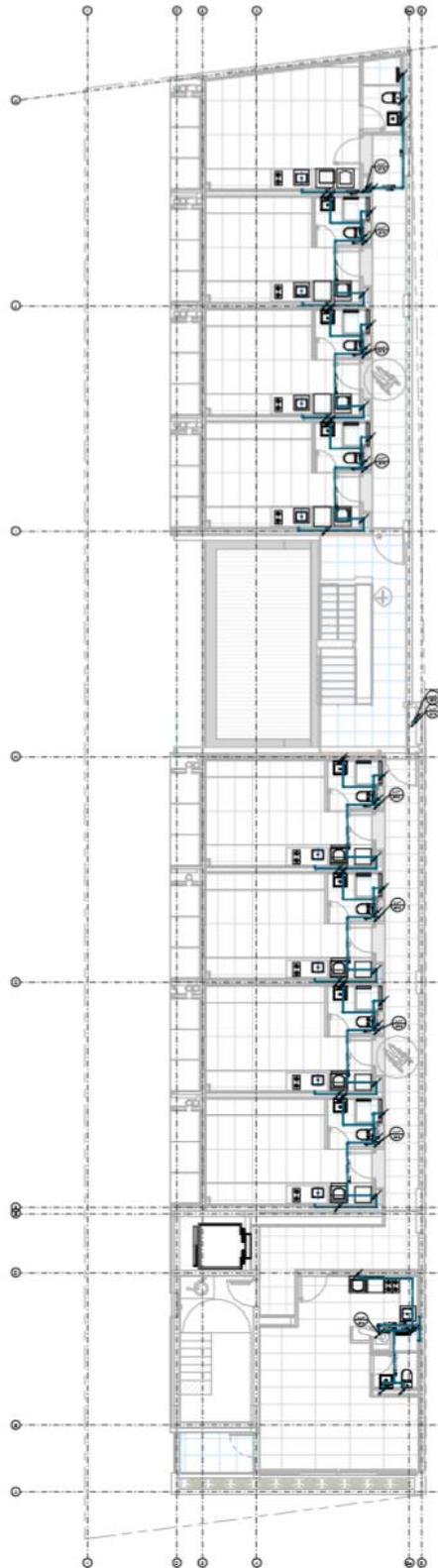
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 21 – Planta baixa com MC do quarto pavimento



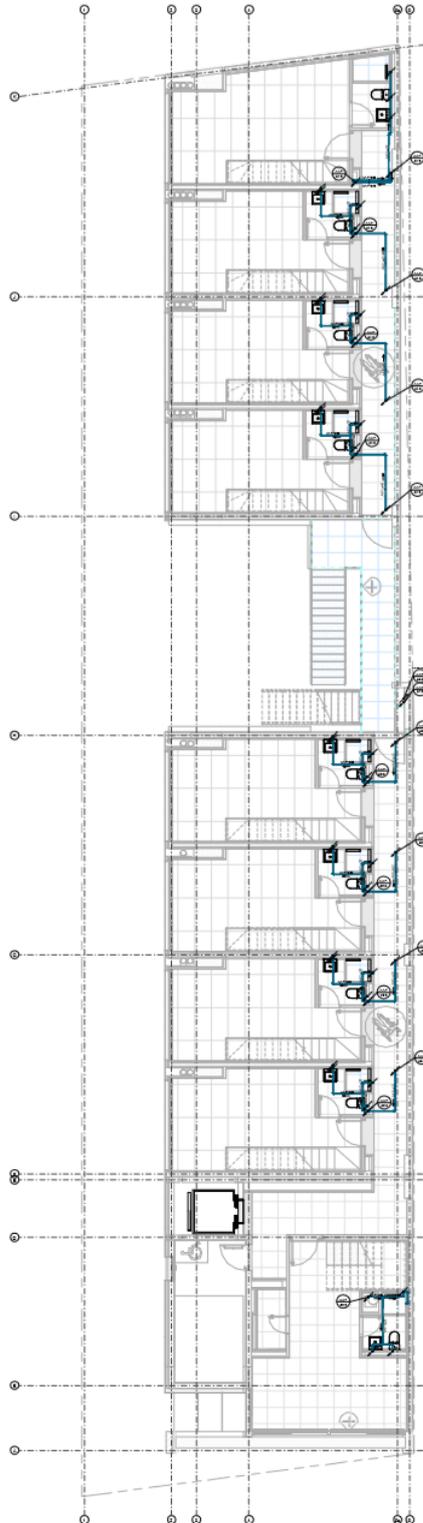
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 22 – Planta baixa com MC do quinto pavimento



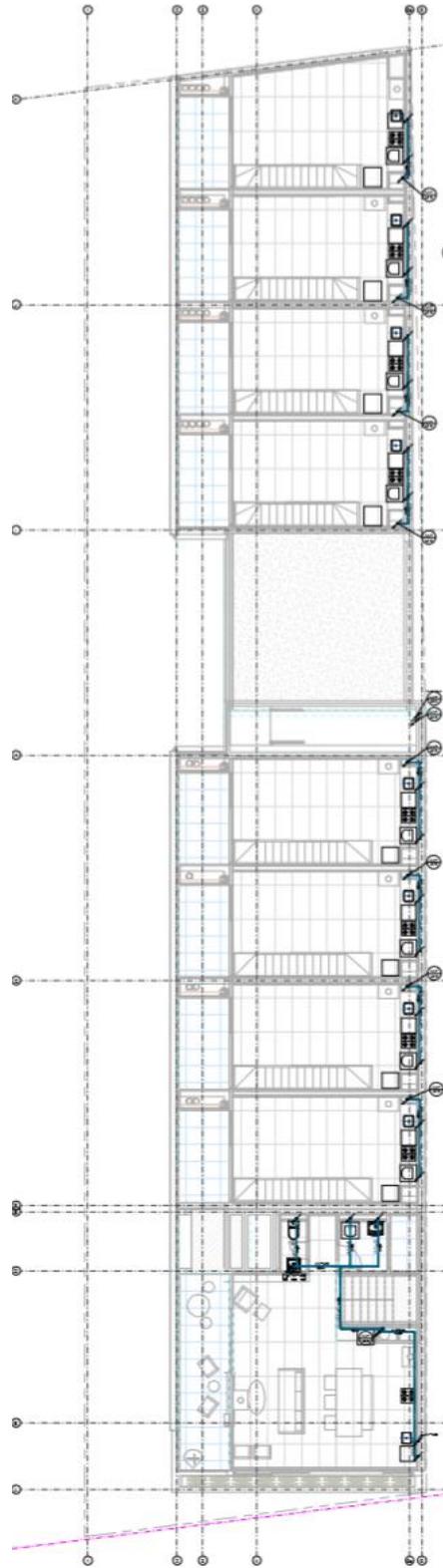
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 23 – Planta baixa com MC do sexto pavimento



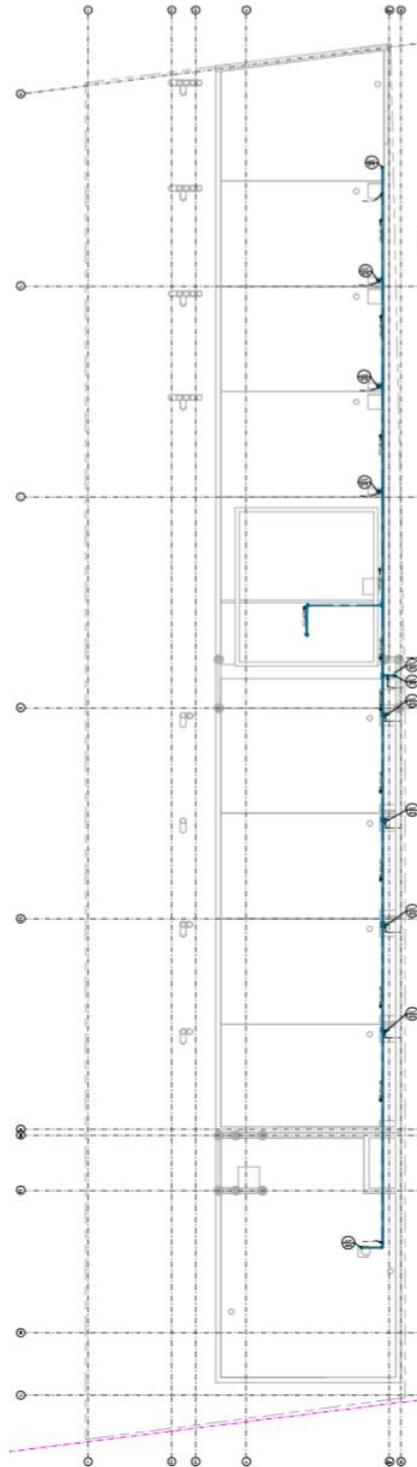
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 24 – Planta baixa com MC do sétimo pavimento



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 25 – Planta baixa com MC da cobertura



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

A partir da definição do traçado e dos cálculos dos diâmetros em toda a rede foi gerada a Tabela 2 de quantitativos, diretamente do *software* Revit® e de forma automatizada, pois as famílias das tubulações e conexões foram, previamente, editadas e ajustadas para a geração das informações corretas nas planilhas do projeto. A seguir está demonstrada essa tabela com os respectivos diâmetros e descrições das peças, conforme o respectivo projeto.

Tabela 2 – Quantitativo do material para MC.

Água fria		
Tubos		
Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	819,00
Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	41,00
Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	63,00
Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	18,00
Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	27,00
Conexões		
Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	pç	2,00
Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	pç	678,00
Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	pç	9,00
Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	pç	20,00
Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	pç	2,00
Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	pç	2,00
Tê PVC soldável DN 25 mm	pç	163,00
Tê PVC soldável DN 32 mm	pç	1,00
Tê PVC soldável DN 40 mm	pç	7,00
Tê PVC soldável DN 60 mm	pç	2,00
Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	pç	10,00
Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	pç	16,00
Tê de redução PVC soldável DN 50x40 mm	pç	2,00
Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm	pç	6,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	pç	26,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	pç	9,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 50x40 mm	pç	2,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	pç	8,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	pç	8,00
Válvulas e registros		
Registro de gaveta Ø 25	pç	1,00
Registro de gaveta Ø 40	pç	9,00
Registro de gaveta Ø 50	pç	3,00

(fonte: elaborado pelo autor)

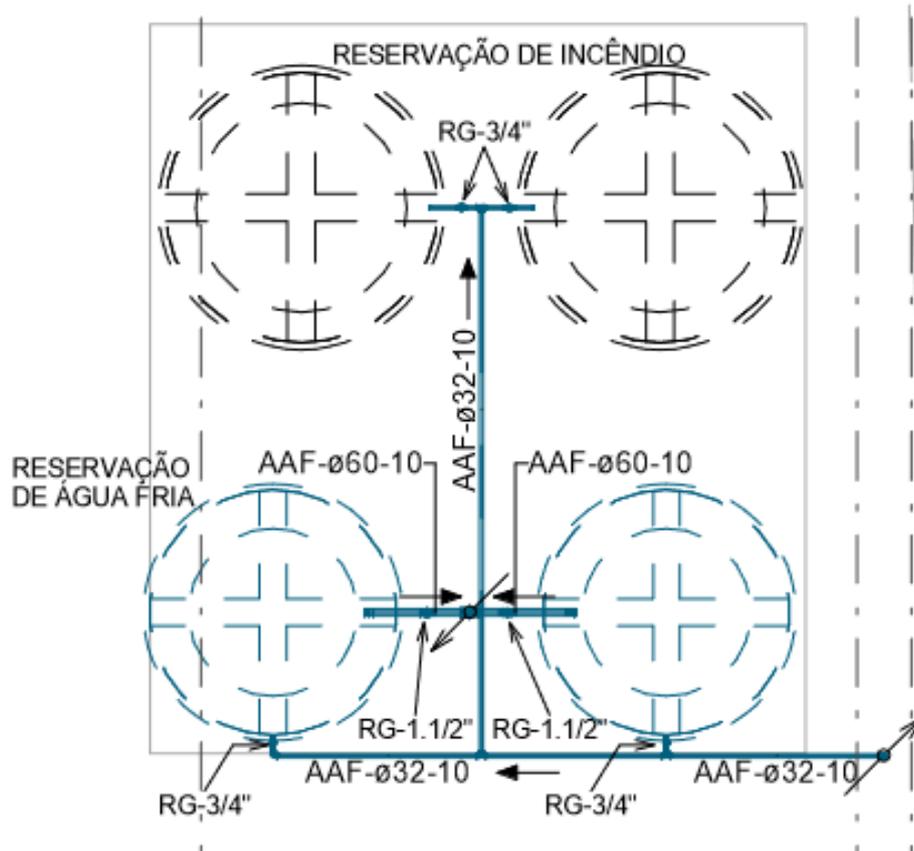
5.1 PROJETO DA INSTALAÇÃO COM MI

O projeto de instalações de água fria, com o sistema MI, foi pensado e planejado com base nas limitações arquitetônicas existentes na edificação, que são as diferenças de alturas entre os forros e as vigas e a existência de vigas acima de equipamentos hidráulicos, entre outras. Sendo assim, considerou-se um sistema formado por um barrilete, uma CAF (devido a existência de apenas um *shaft* central e com dimensões suficientes para abrigar os hidrômetros necessários por pavimentos) além do fator de não similaridade entre pavimentos, dificultando uma possível distribuição simétrica entre duas ou mais CAF, caixas de hidrômetros para controle da vazão em cada pavimento, ramais e sub-ramais.

O barrilete foi dimensionado para suprir o fornecimento de água para o pior ponto de cada lado do edifício, de acordo com a necessidade de pressão e vazão. Por possuir trechos de tubulação mais extensos no sentido horizontal foi necessário encontrar o trecho em que haveria maior dificuldade de alcançar vazão e pressão adequadas e dimensionar as mudanças de diâmetros por trecho de tubulação da melhor forma possível.

Sendo assim, planejou-se um traçado que trouxesse adequações quanto à arquitetura e estrutura existentes e que previsse questões de manutenção e medição facilitadas. A partir desse traçado foi realizado o processo de cálculo para encontrar um barrilete de diâmetro 60 mm (conforme Figura 26), que inicia com a mesma bitola na CAF e conforme fosse possível geraria uma diminuição de dimensões tanto na coluna, quanto nas redes horizontais dos ramais e sub-ramais que alimentam cada apartamento.

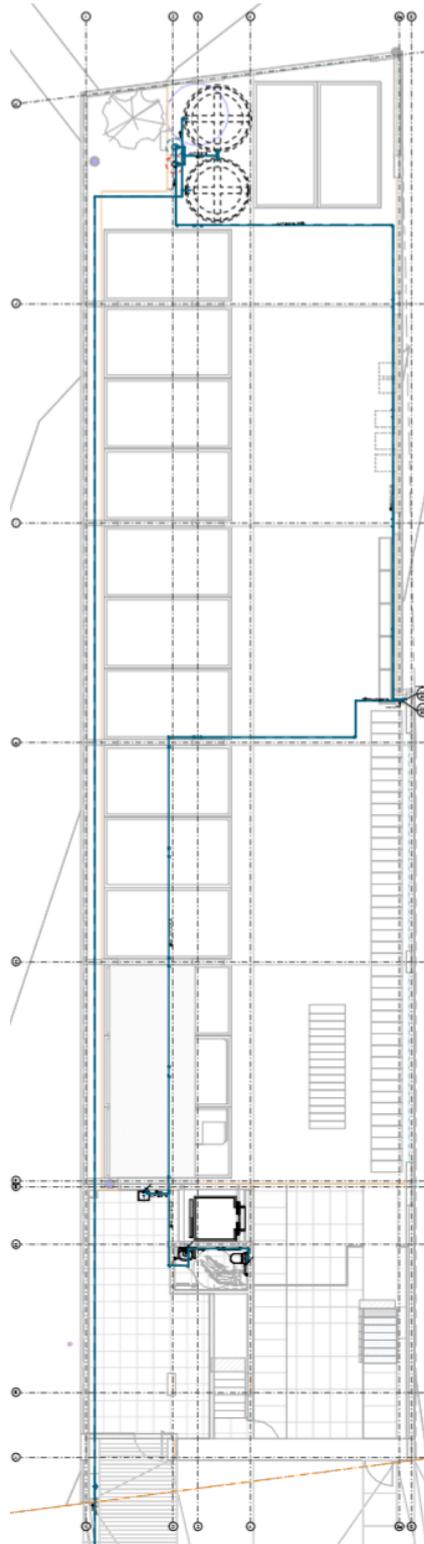
Figura 26 – Início barrilete MI



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

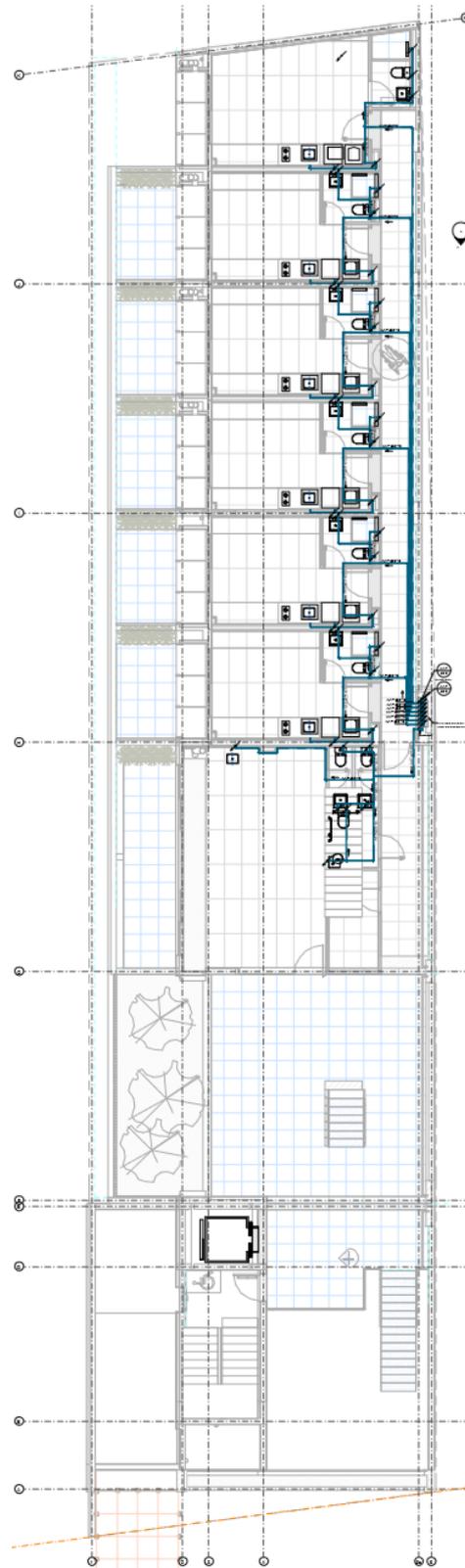
Os hidrômetros foram posicionados no *shaft* central de cada pavimento, seguindo as dimensões conforme apresentadas na IT150 – MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM CONDOMÍNIOS, que definem as distâncias entre hidrômetros e paredes do shaft. Deste modo, a medição e controle da vazão de cada hidrômetro para cada unidade foi facilitado. As plantas finais estão apresentadas abaixo, de acordo com a seguinte classificação: Figura 27 – Pavimento Térreo, Figura 28 – Segundo Pavimento, Figura 29 – Terceiro Pavimento, Figura 30 – Quarto Pavimento, Figura 31 – Quinto Pavimento, Figura 32 – Sexto Pavimento, Figura 33 – Sétimo Pavimento e Figura 34 – Cobertura.

Figura 27 – Planta baixa com MI do pavimento térreo



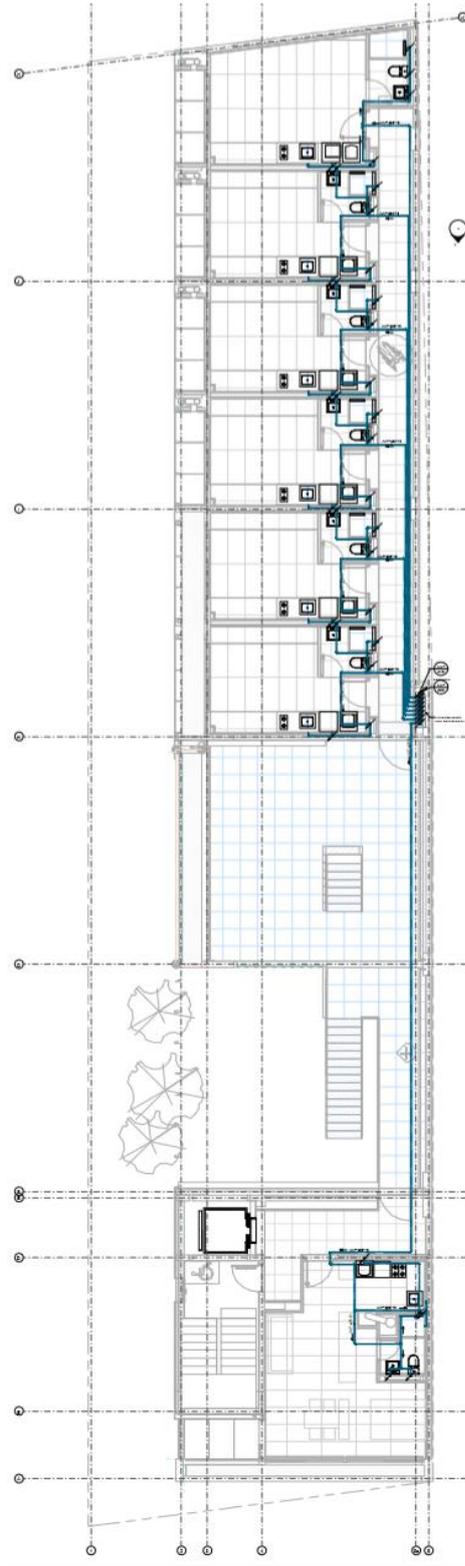
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 28 – Planta baixa com MI do segundo pavimento



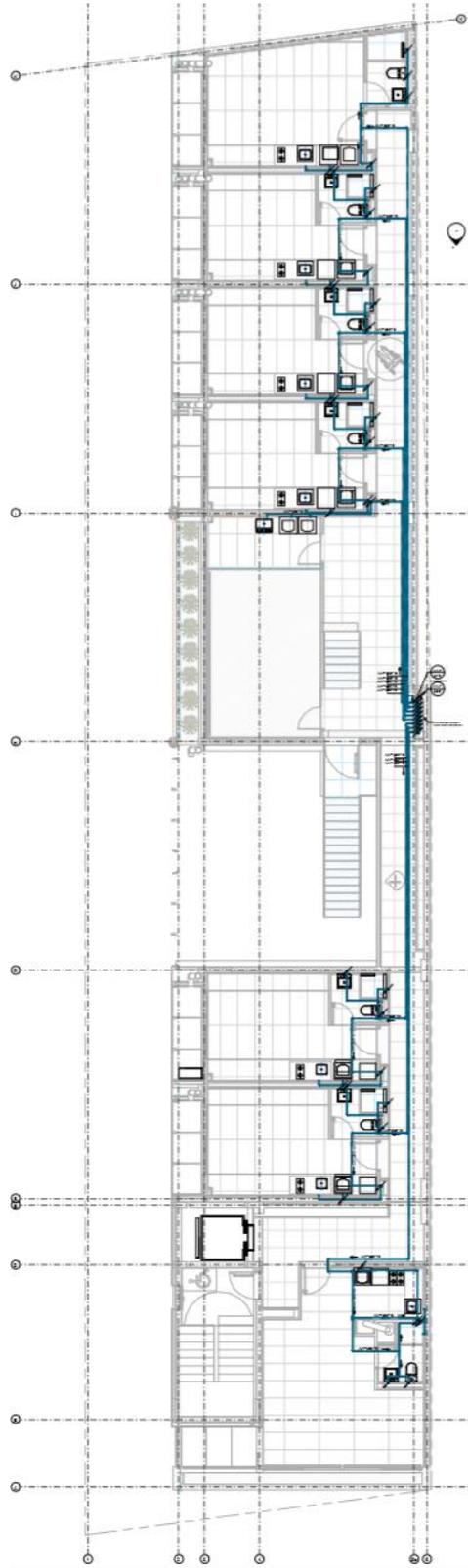
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 29 – Planta baixa com MI do terceiro pavimento



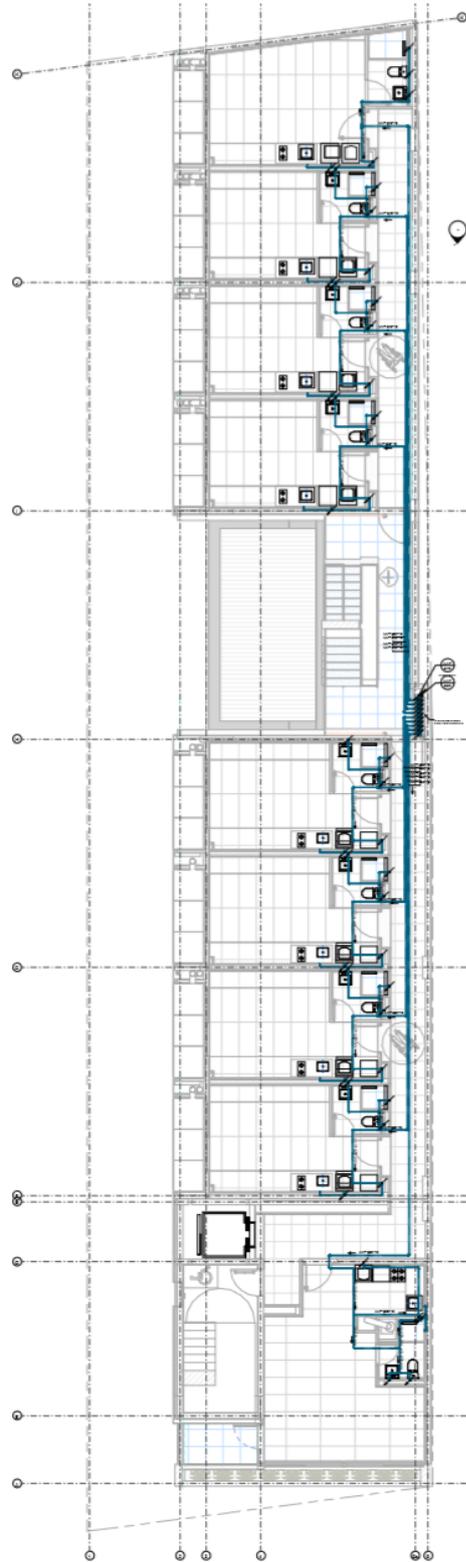
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 30 – Planta baixa com MI do quarto pavimento



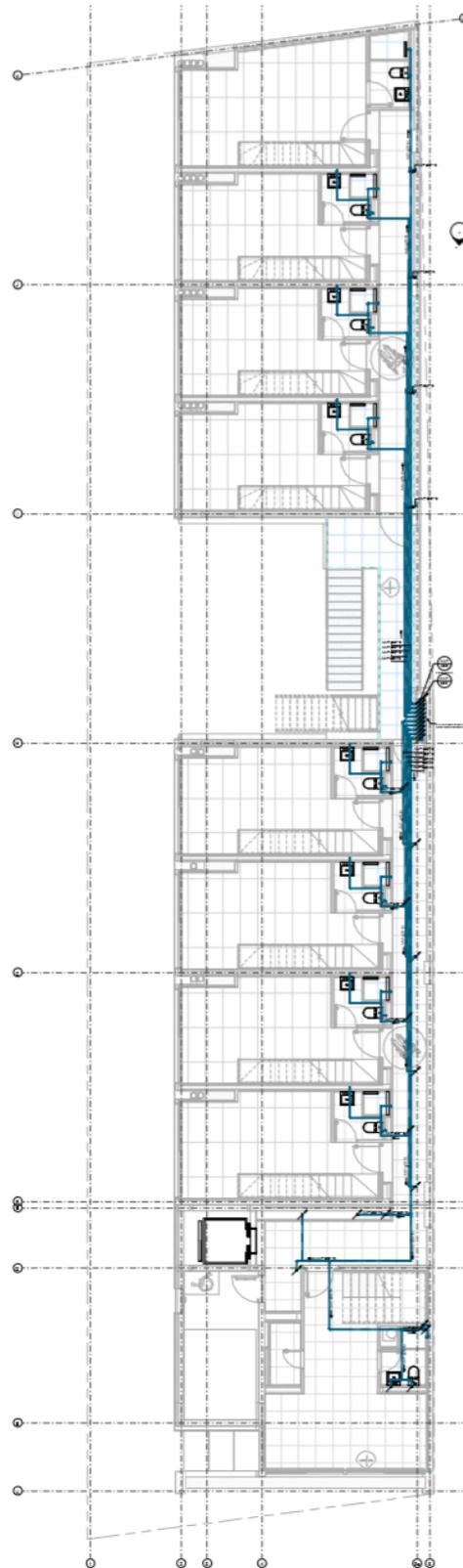
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 31 – Planta baixa com MI do quinto pavimento



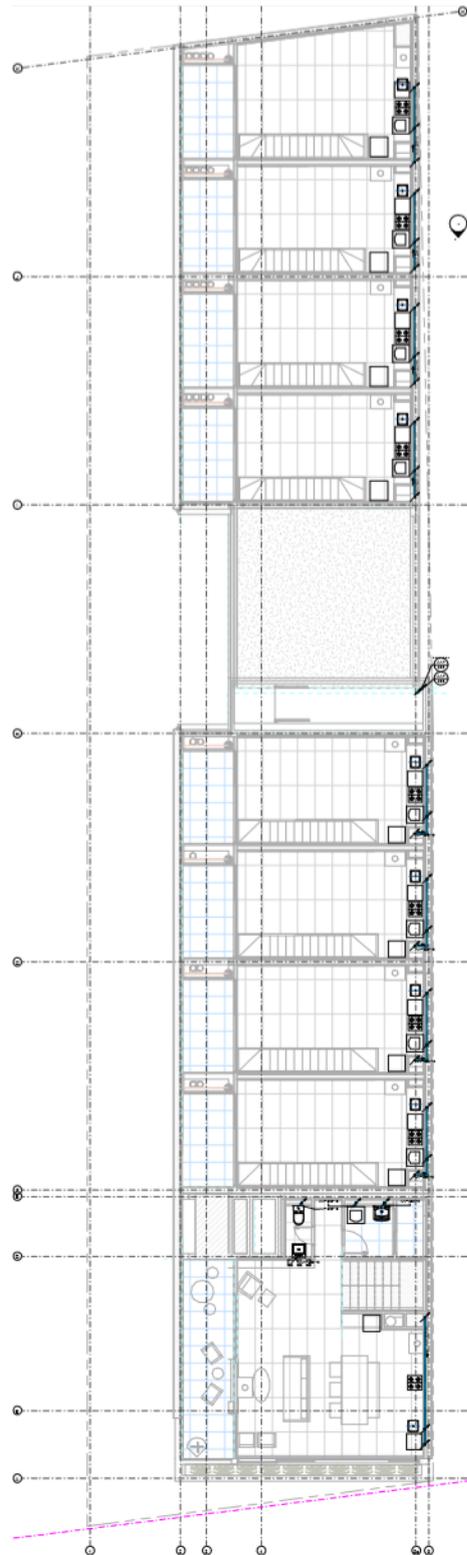
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 32 – Planta baixa com MI do sexto pavimento



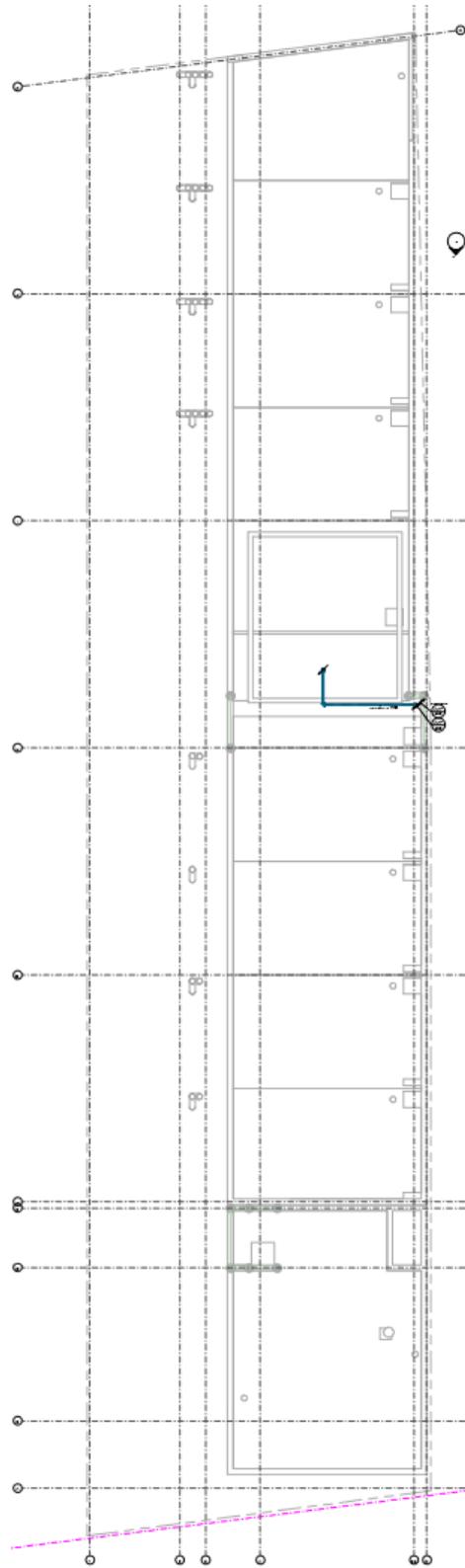
(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 33 – Planta baixa com MI do sétimo pavimento



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Figura 34 – Planta baixa com MI da cobertura



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

O quantitativo desse projeto foi, também, gerado de forma automática pelo *software*, e foi gerado após a definição final de todos os traçados e dimensionamentos da rede de água fria com sistema MI. Ele será demonstrado na Tabela 3 abaixo. Percebe-se uma diferença nos quantitativos de material de cada sistema. Essa diferença será analisada em um capítulo adiante.

Tabela 3 – Quantitativo do material para MI

Água fria		
Tubos		
Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	794,00
Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	397,00
Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	71,00
Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	117,00
Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	12,00
Conexões		
Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	pç	2,00
Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	pç	716,00
Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	pç	82,00
Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	pç	12,00
Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	pç	19,00
Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	pç	3,00
Tê PVC soldável DN 25 mm	pç	119,00
Tê PVC soldável DN 32 mm	pç	11,00
Tê PVC soldável DN 40 mm	pç	7,00
Tê PVC soldável DN 50 mm	pç	8,00
Tê PVC soldável DN 60 mm	pç	1,00
Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	pç	32,00
Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	pç	22,00
Tê de redução PVC soldável DN 50x25 mm	pç	8,00
Tê de redução PVC soldável DN 50x32 mm	pç	1,00
Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm	pç	1,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	pç	113,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	pç	5,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	pç	8,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	pç	11,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x25 mm	pç	26,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x32 mm	pç	1,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 60x40 mm	pç	1,00
Válvulas e registros		
Válvula de esfera com alavanca azul Ø 3/4"	pç	3,00
Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1"	pç	23,00
Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1.1/4"	pç	3,00
Válvula de esfera em bronze Ø 1.1/2"	pç	9,00
Registro de gaveta Ø 25	pç	2,00
Registro de gaveta Ø 32	pç	1,00
Registro de gaveta Ø 50	pç	3,00
Hidrômetro DN 25 mm (3/4") com conectores	un	38,00

(fonte: elaborado pelo autor)

6 COMPARAÇÃO ENTRE OS PRJETOS DE DIFERENTES MÉTODOS DE MEDIÇÃO

Neste capítulo, são analisadas as principais diferenças entre os projetos de instalações de água fria de acordo com o método de medição. Essas diferenças são, prioritariamente, relacionadas aos traçados, quantitativos e, conseqüentemente, custos diretos das peças da rede hidráulica. Os resultados obtidos a partir de cada um desses projetos nos proporcionaram uma análise mais refinada para a comparação entre ambos os métodos e nos auxiliar na decisão de uma escolha entre eles.

Tabela 4 – Comparação de quantitativos MCxMI.

Água fria			Água fria		
Tubos			Tubos		
Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	819,00	Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	794,00
Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	41,00	Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	397,00
Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	63,00	Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	71,00
Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	18,00	Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	117,00
Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	27,00	Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	12,00
Conexões			Conexões		
Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	pç	2,00	Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	pç	2,00
Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	pç	678,00	Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	pç	716,00
Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	pç	9,00	Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	pç	82,00
Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	pç	20,00	Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	pç	12,00
Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	pç	2,00	Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	pç	19,00
Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	pç	2,00	Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	pç	3,00
Tê PVC soldável DN 25 mm	pç	163,00	Tê PVC soldável DN 25 mm	pç	119,00
Tê PVC soldável DN 32 mm	pç	1,00	Tê PVC soldável DN 32 mm	pç	11,00
Tê PVC soldável DN 40 mm	pç	7,00	Tê PVC soldável DN 40 mm	pç	7,00
Tê PVC soldável DN 60 mm	pç	2,00	Tê PVC soldável DN 50 mm	pç	8,00
Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	pç	10,00	Tê PVC soldável DN 60 mm	pç	1,00
Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	pç	16,00	Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	pç	32,00
Tê de redução PVC soldável DN 50x40 mm	pç	2,00	Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	pç	22,00
Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm	pç	6,00	Tê de redução PVC soldável DN 50x25 mm	pç	8,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	pç	26,00	Tê de redução PVC soldável DN 50x32 mm	pç	1,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	pç	9,00	Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm	pç	1,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 50x40 mm	pç	2,00	Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	pç	113,00
Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	pç	8,00	Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	pç	5,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	pç	8,00	Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	pç	8,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x25 mm	pç	26,00	Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	pç	11,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 60x40 mm	pç	1,00	Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x25 mm	pç	26,00
Bucha de redução PVC soldável longa DN 60x25 mm	pç	1,00	Bucha de redução PVC soldável longa DN 60x32 mm	pç	1,00
Válvulas e registros			Válvulas e registros		
Registro de gaveta Ø 25	pç	1,00	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 3/4"	pç	3,00
Registro de gaveta Ø 40	pç	9,00	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1"	pç	23,00
Registro de gaveta Ø 50	pç	3,00	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1.1/4"	pç	3,00
			Válvula de esfera em bronze Ø 1.1/2"	pç	9,00
			Registro de gaveta Ø 25	pç	2,00
			Registro de gaveta Ø 32	pç	1,00
			Registro de gaveta Ø 50	pç	3,00
			Hidrômetro DN 25 mm (3/4") com conectores	un	38,00

(fonte: elaborado pelo próprio autor)

6.1 COMPATIBILIZAÇÃO DOS PROJETOS

Inicialmente, uma compatibilização para ter êxito precisa confirmar se não há existência de problemas na modelagem do próprio projeto. Logo, é realizada uma comparação do projeto com ele mesmo, confirmando a qualidade da modelagem e buscando corrigi-la no caso da identificação de algum equívoco e, após essa averiguação, compara-se o projeto com os projetos das outras disciplinas (como arquitetura e estrutura). No caso do estudo em questão, foi comparado o projeto de instalações de água fria com MC aos projetos arquitetônico e estrutural existentes e, também, a mesma comparação, mas com MI.

A modelagem dos projetos foi feita pelo *software* Revit[®] da Autodesk, sendo assim, para a realização da compatibilização optou-se por utilizar um produto que fosse da mesma empresa – o Navisworks[®]. Esse programa possui uma ferramenta de detecção de conflitos ou interferências (*clash deteccion*) que possibilita a comparação de um projeto, ou de partes desse projeto, com outros.

O processo de compatibilização começa dentro dos projetos de cada disciplina, pois cada projeto deve ter seu posicionamento em um espaço virtual idêntico, caso contrário pode ocorrer que dois projetos sejam inseridos para compatibilização e tenham suas origens em diferentes pontos do espaço, causando a impossibilidade da comparação entre eles. Definidos um posicionamento idêntico em todos os modelos é possível inserir os modelos a serem comparados no Navisworks[®]. Com o foco desse estudo sendo as instalações de água fria em um edifício gerou-se alguns grupos de comparação: instalações hidráulicas vs. arquitetura, instalações hidráulicas vs. laje, instalações hidráulicas vs. pilar e instalações hidráulicas vs. viga.

O Navisworks[®] gera um *clash* individual para cada colisão encontrada entre duas geometrias diferentes, mas é possível gerar grupos para vários desses *clashes* e então organizar o relatório final de compatibilização. Ainda é interessante saber que o Navisworks oferece uma opção de *status* para cada *clash*: *new* (novo), *active* (ativo), *reviewed* (revisado), *approved* (aprovado) e *resolved* (resolvido). Sendo assim, é possível realizar uma classificação das colisões, colocando como ativo o que ainda não foi compatibilizado e é um problema real, como revisado as colisões que foram encontradas e que não precisam ser corrigidas no modelo por

terem uma solução simples ou serem usuais de obra. Os *status* novo, resolvido e aprovado são para casos em que haverá um diálogo entre os projetistas de diferentes disciplinas, gerando alterações nos projetos e a realização de uma ou mais compatibilizações entre eles, processo que não ocorreu neste estudo.

6.1.1 Compatibilização com o Método de medição coletiva

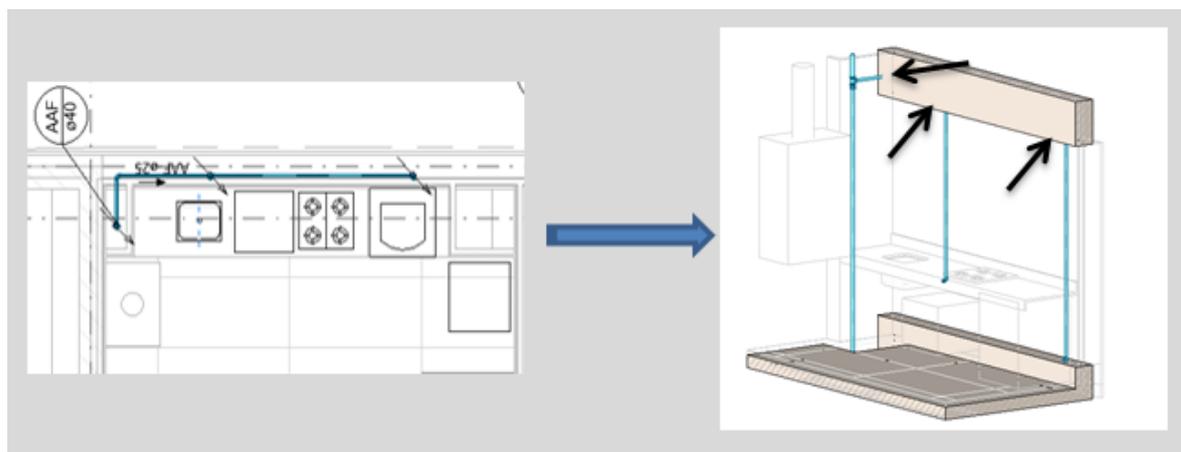
O teste gerado para o sistema, como demonstrado na Figura 35, com MC gerou um total de 1933 *clashes* entre as instalações hidráulicas e a arquitetura, todos eles foram considerados como revisados por motivos explicados anteriormente. Em relação à estrutura da edificação os resultados encontrados foram de 50 colisões com as vigas, 13 colisões com lajes e nenhuma com pilares. As interferências relacionadas com lajes foram consideradas como revisadas e para a solução da compatibilização entre os equipamentos hidráulicos e as vigas, foi considerada ativa, pois deveria ser gerada uma planta de furação para ser entregue ao projetista estrutural e, a partir de um diálogo entre os projetistas, uma solução para cada um dos *clashes* encontrados.

Figura 35 – Painel de *clashes* encontrados no MC pelo Navisworks®

	Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
⚠	TESTE - VIGAS x TUBOS	Old	50	0	50	0	0	0
⚠	TESTE - LAJES x TUBOS	Old	13	0	0	13	0	0
⚠	TESTE - ARQ x HID	Old	1933	0	0	1933	0	0
	TESTE - PILAR x TUBOS	New	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborado pelo próprio autor)

No Apêndice A segue relatório de *clashes* gerado pelo *software*, porém por questões de quantidades apenas com o projeto estrutural. No MC foi possível perceber a existência de um caso de interferência com vigas que ocorre com uma frequência alta, por não haver a possibilidade de fazer essa tubulação passar por um local sem a existência da viga por causa da altura do forro (pensando que não deve haver tubulação aparente nos apartamentos). Um exemplo dessa ocorrência é mostrada abaixo, na Figura 36.

Figura 36 – Principal exemplo de *clash* no MC.

(fonte: elaborado pelo próprio autor)

6.1.2 Compatibilização com o Método de medição individualizada

O teste gerado para o sistema com MI, como mostra a Figura 37, com o projeto arquitetônico existente relatou um total de 1851 locais de conflito, todos eles foram considerados como revisados por motivos explicados anteriormente. Os resultados encontrados entre o projeto hidráulico e o estrutural foram subdivididos e obteve-se um total de 149 colisões com as vigas, 8 colisões com lajes e nenhuma com pilares. Foi dado um *status* para essas interferências equivalente ao fornecido para o relatório do sistema com MC. No Apêndice B possui o relatórios de *clashes* gerado pelo *software*, mas apenas com o projeto estrutural.

Figura 37 – Painel de *clashes* encontrados no MI pelo Navisworks®

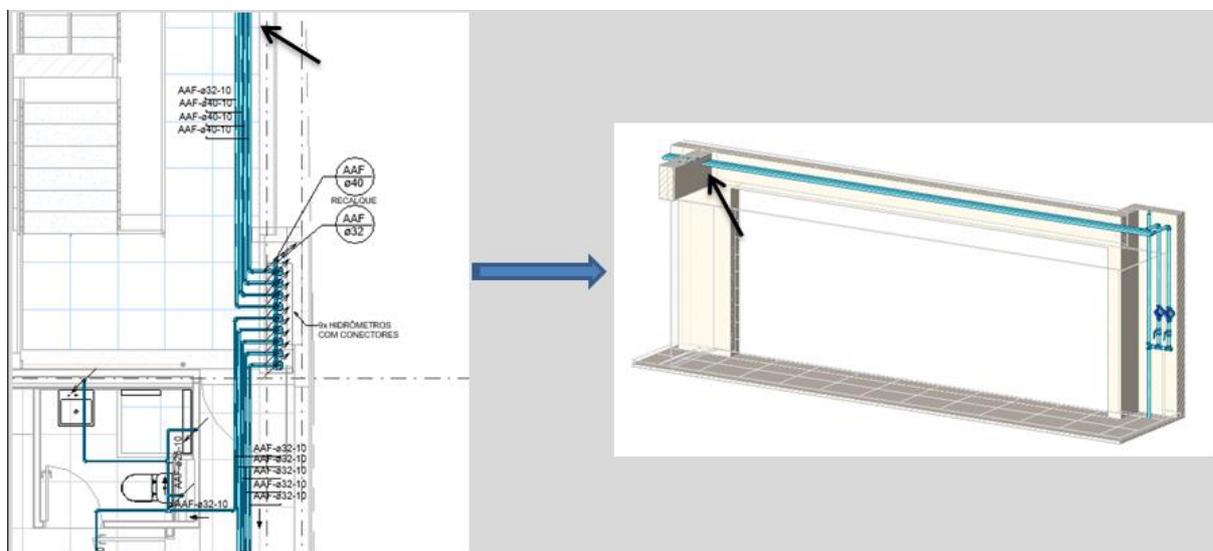
	Name	Status	Clashes	New	Active	Reviewed	Approved	Resolved
⚠	TESTE - VIGA x TUBO	Old	149	0	149	0	0	0
⚠	TESTE - LAJES x TUBO	Old	8	0	0	8	0	0
⚠	TESTE - ARQ x HID	Old	1851	0	0	1851	0	0
	TESTE - PILAR x TUBOS	New	0	0	0	0	0	0

(fonte: elaborado pelo próprio autor)

Nas interferências que ocorrem entre o projeto com MI e a estrutura, é possível notar a grande frequência de *clashes* nos corredores, onde a tubulação se direciona do shaft passando pelos hidrômetros até os apartamentos. Essa colisão ocorre pelo fato de o forro estar a uma altura

em relação às vigas em que não há possibilidade de passagem de tubos nesse espaço. A Figura 38 mostra um exemplo dessa situação.

Figura 38 - Principal exemplo de *clash* no MI.



(fonte: elaborado pelo próprio autor)

6.2 ANÁLISE DOS CUSTOS

Neste capítulo, são analisadas as tabelas de quantitativos geradas – Tabela 2 e Tabela 3 – e, a partir das mesmas serão gerados orçamentos para cada projeto. Esse aspecto da comparação entre os dois sistemas pode ser considerado um dos mais importantes, pois está diretamente ligado ao valor que o cliente ou investidor terá que investir no projeto de água fria do empreendimento.

O orçamento de cada um dos projetos foi gerado tendo como base os valores fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e pela Tabela de Composições de Preços para Orçamentos (TCPO), trazendo valores de custos dos materiais e da mão de obra baseada no quantitativo de materiais, mas sem considerar os encargos das leis sociais. Também foram desconsideradas partes que constituem o projeto, mas que são idênticas em ambos por serem calculadas independentemente do método de medição escolhido, são eles: reservatórios e bombas.

A Tabela 5 mostra resumidamente o orçamento gerado a partir do projeto com MC, este orçamento pode ser analisado de modo completo a partir da análise de composições e dos custos unitários e totais de mão de obra e de materiais no Apêndice C.

Tabela 5 – Resumo do orçamento para MC.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	TOTAL	CUSTO UNIT / CUSTO TOTAL (R\$)		
				MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS				8.134,73	3.804,28	11.939,01
Água fria				8.134,73	3.804,28	11.939,01
Tubos				4.124,47	1.693,35	5.817,82
Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	819,00	4,46	2.358,72	1.294,02	3.652,74
Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	41,00	9,17	305,86	70,11	375,97
Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	63,00	12,93	648,90	165,69	814,59
Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	18,00	15,47	221,58	56,88	278,46
Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	27,00	25,78	589,41	106,65	696,06
Conexões				2.823,69	1.989,99	4.813,68
Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	pç	2,00	36,26	68,00	4,52	72,52
Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	pç	678,00	4,15	1.539,06	1.274,64	2.813,70
Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	pç	9,00	5,76	31,68	20,16	51,84
Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	pç	20,00	6,08	99,40	22,20	121,60
Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	pç	2,00	7,32	11,94	2,70	14,64
Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	pç	2,00	21,50	39,80	3,20	43,00
Tê PVC soldável DN 25 mm	pç	163,00	3,96	237,98	407,50	645,48
Tê PVC soldável DN 32 mm	pç	1,00	5,85	3,35	2,50	5,85
Tê PVC soldável DN 40 mm	pç	7,00	11,60	53,55	27,65	81,20
Tê PVC soldável DN 60 mm	pç	2,00	30,70	53,50	7,90	61,40
Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	pç	10,00	9,28	67,80	25,00	92,80
Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	pç	16,00	13,18	147,68	63,20	210,88
Tê de redução PVC soldável DN 50x40 mm	pç	2,00	21,33	34,76	7,90	42,66
Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm	pç	6,00	49,19	259,62	35,52	295,14
Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	pç	26,00	3,16	51,48	30,68	82,16
Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	pç	9,00	4,19	21,15	16,56	37,71
Bucha de redução PVC soldável curta DN 50x40 mm	pç	2,00	6,87	9,26	4,48	13,74
Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	pç	8,00	8,51	49,12	18,96	68,08
Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	pç	8,00	7,41	44,56	14,72	59,28
Válvulas e registros				1.186,57	120,94	1.307,51
Registro de gaveta Ø 25	pç	1,00	43,10	40,60	2,50	43,10
Registro de gaveta Ø 40	pç	9,00	99,87	810,00	88,83	898,83
Registro de gaveta Ø 50	pç	3,00	121,86	335,97	29,61	365,58
				8.134,73	3.804,28	11.939,01

(fonte: elaborado pelo autor)

O orçamento resumido do projeto com MI pode ser analisado na Tabela 6 abaixo. De mesmo modo que no MC, o orçamento completo pode ser averiguado no Apêndice D. Assim como as composições utilizadas para ambos os projetos no Apêndice E.

Tabela 6 – Resumo do orçamento para MI.

DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	TOTAL	CUSTO TOTAL (R\$)		
				CUSTO UNITÁRIO	MATERIAL	MÃO DE OBRA
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS				22.626,01	5.609,84	28.235,85
Água fria				22.626,01	5.609,84	28.235,85
Tubos				7.681,87	2.537,24	10.219,11
Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	794,00	4,46	2.286,72	1.254,52	3.541,24
Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	397,00	9,17	2.961,62	678,87	3.640,49
Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	71,00	12,93	731,30	186,73	918,03
Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	117,00	15,47	1.440,27	369,72	1.809,99
Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	12,00	25,78	261,96	47,40	309,36
Conexões				3.649,66	2.407,88	6.057,54
Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	pç	2,00	36,26	68,00	4,52	72,52
Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	pç	716,00	4,15	1.625,32	1.346,08	2.971,40
Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	pç	82,00	5,76	288,64	183,68	472,32
Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	pç	12,00	6,08	59,64	13,32	72,96
Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	pç	19,00	7,32	113,43	25,65	139,08
Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	pç	3,00	21,50	59,70	4,80	64,50
Tê PVC soldável DN 25 mm	pç	119,00	3,96	173,74	297,50	471,24
Tê PVC soldável DN 32 mm	pç	11,00	5,85	36,85	27,50	64,35
Tê PVC soldável DN 40 mm	pç	7,00	11,60	53,55	27,65	81,20
Tê PVC soldável DN 50 mm	pç	8,00	12,06	64,88	31,60	96,48
Tê PVC soldável DN 60 mm	pç	1,00	30,70	26,75	3,95	30,70
Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	pç	32,00	9,28	216,96	80,00	296,96
Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	pç	22,00	13,18	203,06	86,90	289,96
Tê de redução PVC soldável DN 50x25 mm	pç	8,00	13,54	76,72	31,60	108,32
Tê de redução PVC soldável DN 50x32 mm	pç	1,00	19,37	15,42	3,95	19,37
Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm	pç	1,00	49,19	43,27	5,92	49,19
Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	pç	113,00	3,16	223,74	133,34	357,08
Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	pç	5,00	4,19	11,75	9,20	20,95
Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	pç	8,00	8,51	49,12	18,96	68,08
Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	pç	11,00	7,41	61,27	20,24	81,51
Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x25 mm	pç	26,00	7,91	157,82	47,84	205,66
Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x32 mm	pç	1,00	9,16	7,32	1,84	9,16
Bucha de redução PVC soldável longa DN 60x40 mm	pç	1,00	14,55	12,71	1,84	14,55
Válvulas e registros				11.294,48	664,72	11.959,20
Válvula de esfera com alavanca azul Ø 3/4"	pç	3,00	79,59	209,70	29,07	238,77
Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1"	pç	23,00	101,95	2.121,98	222,87	2.344,85
Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1.1/4"	pç	3,00	144,63	404,28	29,61	433,89
Válvula de esfera em bronze Ø 1.1/2"	pç	9,00	170,99	1.450,08	88,83	1.538,91
Registro de gaveta Ø 25	pç	2,00	43,10	81,20	5,00	86,20
Registro de gaveta Ø 32	pç	1,00	77,18	67,49	9,69	77,18
Registro de gaveta Ø 50	pç	3,00	121,86	335,97	29,61	365,58
Hidrômetro DN 25 mm (3/4") com conectores	un	38,00	180,89	6.623,78	250,04	6.873,82
				22.626,01	5.609,84	28.235,85

(fonte: elaborado pelo autor)

6.3 ANÁLISE E COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

Possuindo todos os dados gerados até aqui é possível comparar os diferentes projetos e analisar as principais diferenças entre eles. Elas podem ser do momento de projeção e construção do edifício, fazendo com que sejam assumidas pelo proprietário do empreendimento, ou podem ser diferenças a longo prazo e de caráter individual, sendo assumidas por cada morador através do seu consumo.

Com relação aos conflitos gerados entre os projetos de instalações com os projetos arquitetônico e estrutural existentes, principalmente em relação aos conflitos entre tubulações e vigas, o projeto de instalações de água fria com MI possuem maiores interferências. Esse fator pode ser explicado ao analisarmos que há apenas uma CAF para alimentar todas as unidades, ao invés de 10 CAF como é observado no projeto de MC, fazendo com que ocorram maiores traçados horizontais pelos corredores dos pavimentos e, conseqüentemente, maiores interferências com vigas.

A análise dessas colisões pode ter maior custo ao se pensar em possíveis correções para esse problema. Apesar de não ser o foco do estudo em questão, algumas soluções como alteração de projeto estrutural e alteração de posição do forro para posterior correção de nível das tubulações podem fazer com que os custos totais não sejam consideravelmente alterados. Caso, a solução encontrada fosse de manter os projetos como estão, mas com o recálculo das vigas pensando-se em plantas de furos de vigas e futuramente a ocorrência desses furos em obra, esse custo final poderia ter uma alteração mais considerável do que com as soluções anteriores por exigir o uso de um equipamento que precisa de um funcionário treinado, além de refletir no tempo de instalação das tubulações.

Posteriormente à análise de projetos, ocorre a comparação entre os custos com os equipamentos. Como já foi elucidado anteriormente, o orçamento das peças foi realizado sem que fossem considerados equipamentos, como bombas e reservatórios, que independem do método de medição de água para serem calculados. Para analisar esse orçamento, dividiu-se o quantitativo de equipamento de cada projeto em: tubos, conexões e válvulas e registros. Assim, há uma melhor comparação do porquê da grande diferença encontrada.

A análise de custos totais mostra que há uma grande diferença de custos, demonstrando que o projeto de MC é mais do que 50% mais barato em comparação ao projeto com MI. Ao

analisarmos por tipo de peça a ser utilizada é possível notar que há uma proximidade nos valores de conexões, pois essas são mais baratas no mercado e por não possuírem diferença tão grande de quantitativos. Porém, ao analisarmos os tubos e as válvulas e registros, notamos uma grande discrepância de valor, pois o projeto de MC exige uma quantidade menor de registros necessários e, principalmente, de hidrômetros. É no custo de hidrômetros, somado ao seu custo de instalação, e no custo das redes horizontais (tanto de peças, quanto de instalação) que ocorrem em maior escala no projeto de MI onde são apresentados os maiores valores entre os orçamentos, e que trazem ao investidor uma propensão à escolha do projeto de instalações de água fria com MC.

Analisando os custos pensando no impacto gerado pelos hidrômetros em cada um dos projetos, no MC o percentual gasto para a compra dos hidrômetros em relação ao custo total do orçamento é nulo, por ser um orçamento da distribuição, já ao realizarmos essa comparação no sistema com MI chegamos a um valor de aproximadamente 24%. Por questões de manutenção esses equipamentos de medição estão sempre acompanhados de válvulas, o que gera outro fator de grande diferença entre os métodos, já que no MC as válvulas também inexistem no orçamento, enquanto no MI elas custam em torno de 16% do orçamento. Para as tubulações, apesar de os valores totais de MI serem maiores do que em MC, os valores percentuais são inversos, pois no MI o custo com tubos é de aproximadamente 36% e no MC está próximo de 49%.

Sendo assim, ao analisarmos os custos de obra para as instalações de água fria nesse prédio podemos perceber que o projeto de MC possui uma vantagem em relação ao projeto de MI. O primeiro é um projeto mais barato e que pode trazer mais facilidade na compatibilização com outras disciplinas enquanto o segundo, principalmente pela divisão de medição necessitar de mais hidrômetros, carrega consigo um valor mais elevado. Porém, há a necessidade de entender duas principais situações: a primeira é o porquê está havendo essa alteração em lei e os resultados que ela pode trazer quando analisados outros fatores posteriores ao projeto e à obra, esses fatores e a análise geral serão realizados a seguir; a segunda é perceber que esse valor será “diluído” por 38 unidades residenciais que existem na edificação, gerando um valor final de aproximadamente 430 reais por unidade, sendo um valor irrisório ao se pensar nos

custos de uma edificação, fazendo com que as diferenças de custos entre os métodos de medições não sejam um fator decisivo na escolha entre os métodos.

Contudo, quando utilizamos da comparação entre ambos os métodos de medição de modo a afetarem diretamente o consumidor ou usuário, temos que levar em consideração dois pontos principais: a justiça entre o que foi realmente gasto e cobrado e a alteração no consumo global por edificação.

Analisando a questão em termos de cobrança por unidade pode-se notar, claramente, uma questão de justiça ao utilizar-se do método de medição individualizada, pois cada consumidor irá pagar pelo que, realmente, foi consumido por ele. Casos em que em um mesmo prédio há unidades com um morador e outras unidades com famílias (levando-se em consideração que cada membro da família gasta o equivalente ao morador) fazem com quem seja mais clara a razão pela medição individualizada, já que, anteriormente a este método, o mesmo valor era cobrado tanto para o morador, quanto para a família somente pelo fato de terem uma área privativa equivalente.

O pensamento acima citado, também, pode ser causador dos dados gerados por estudos, citados anteriormente neste trabalho, que trazem a informação de que em locais com a implantação do MI já há a constatação de diminuições de consumo de água em edifícios. Esses valores chegam a 31,75% na Região Metropolitana de Recife, conforme Silva (2010, p.86). Portanto, ao analisarmos esses dados, pensando em termos de economia de água por unidade e em redução do consumo de água para o meio ambiente fica evidente a melhoria trazida pela implantação do sistema de MI. Até mesmo, caso o investidor continue sendo o proprietário do empreendimento, com uma redução percentual até mesmo reduzida em relação à citada neste parágrafo, em alguns anos o investidor terá recuperado o valor pago a mais no projeto e nos materiais.

Por fim, ao analisarmos a situação de modo global e com vista a igualdade e melhorias sociais e, também, com relação a preservação do meio ambiente percebe-se que a melhor opção seria a escolha pelas instalações de água fria com medição individualizada.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, procurou-se comparar projetos, orçamentos e situações de consumo das instalações prediais de água fria de um edifício diferentes sistemas de medição do consumo de água através da utilização de ferramentas BIM, tendo como base as Normas vigentes e projeto arquitetônico e estrutural existentes. Através da quantificação dos materiais utilizados, foi possível a orçamentação de ambos os projetos. Também realizou-se a compatibilização dos mesmo com os projetos de diferentes disciplinas e a análise dos custos com o consumo para a comparação entre eles.

Foi possível perceber que os custos diretos com alterações de projetos arquitetônicos e estruturais, no caso do estudo em questão, e os gastos com os materiais e equipamentos necessários para a construção dos projetos mostram que o MI traria um custo maior que 50% em relação ao custo do MC, principalmente pelos dados gerados pelos quantitativos que demonstraram uma grande quantidade de hidrômetros e válvulas no MI e que não eram necessárias para o projeto de MC.

Os traçados mostraram-se extremamente diferentes, principalmente ao analisarmos as quantidades de colunas de água em um projeto e de trechos de tubulações na horizontal em outro. Essas diferenças nos propiciaram resultados de interferências com os projetos arquitetônico e estrutural bem discrepantes e que afetariam o andamento dos projetos ou da obra, dependendo da solução definida para a compatibilização desses *clashes*. Nesse quesito o projeto com MC também traria menos problemas do que com MI, já que ele causa menos interferências e utiliza uma metragem total de tubulação menor.

Contudo, através da análise de estudos realizados em diversas cidades do país e em alguns locais em outros países é possível perceber que esses custos diretos gastos com projetos e obra podem ser recuperados pelo investidor, pois os dados trazidos por esses estudos demonstram a diminuição considerável do consumo de água nos condomínios após a troca do sistema de medição. Isso é causado pelo fato de que o consumidor passa a pagar pelo que realmente gasta e a ter uma maior consciência sobre o que realmente utilizou por mês.

Além disso, as questões sociais e ambientais são preponderantes quando se trata de consumo de água, pois a utilização desse bem da natureza é sentido pelo planeta e por todos os seres

que o habitam. O fato de que cada consumidor passa a ter plena consciência do que está consumindo, faz com que os maiores consumidores percebam que gastam mais do que deveriam e passem a diminuir seu consumo, seja por consciência ambiental ou por economia. Há também a melhor distribuição dos gastos, fazendo com que aqueles que não tem condições de gastar tanto e que antes estavam pagando pelos gastos excessivos dos que podem ter esse valor maior de consumo possam ter o controle exato daquilo que consomem e que, deste modo, possam pagar o que lhes é de direito.

Portanto, citam-se como desvantagens do sistema MI os custos diretos elevados com projetos e obra e como desvantagens do sistema MC os gastos desiguais e maior consumo global de água em uma edificação. É importante frisar que não foram levados em consideração, os custos com energia elétrica, custos de manutenção dos equipamentos e custos dos encargos sociais com a mão de obra na construção.

8 REFERÊNCIAS

- 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. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/online/planetaagua.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-5626: Instalações prediais de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- CARVALHO, W.F. Medição individualizada de água em apartamentos. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- MACINTYRE, A.J. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Portaria .246**, de 17 de outubro de 2000. [Aprovar o Regulamento Técnico Metrológico, que com essa Baixa, Estabelecendo as Condições a que Devem Satisfazer Os Hidrômetros para Água Fria, de Vazão Nominal até Quinze Metros Cúbicos por Hora]. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000667.pdf>> . Acesso em: 13 de maio de 2018.
- FERRARO, F.A. **Implantação de Medição Individualizada de Água Quente em Prédios: Comparação entre os Sistemas**. Porto Alegre: DECIV/EE/UFRGS, 2013.
- SILVA, S. R. S. **Avaliação do sistema de medição individualizada de água em prédios populares situados na cidade de Salvador – Bahia**. 168 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
- YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIOMOTO, E. **Os impactos do sistema de medição individualizada de água**. São Paulo: EPUSP, 2001.
- GONÇALVES, O. M.; OLIVEIRA, L. H. **Sistemas Prediais de Água Fria**. Texto Técnico. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. Disponível em: www.pcc.usp.br/files/text/publications/TT_00008.pdf . Acesso em 12 de maio de 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei Federal n. 9.433**, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm . Acesso em 13 de maio de 2018.
- 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 . Acesso em 13 de maio de 2018.

DE CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias:** princípios básicos para elaboração de projetos. São Paulo: Blucher, 2014.

BUSSOLO, R. Comparativo executivo e econômico de medição coletiva e individual de água em edifícios residenciais multifamiliares. Trabalho de conclusão de curso - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

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.

COELHO, A. C.; MAYNARD, J. C. B. **Medição individualizada de água em apartamentos.** Recife: Comunicarte, 1999.

TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais** – estudo de caso: programa de uso racional da água da Universidade de São Paulo, 2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia com área de concentração em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

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.

Colaboração e integração BIM - Parte 3: Implementação do BIM para Construtoras e Incorporadoras. Câmara Brasileira da Indústria da Construção.- Brasília:CBIC, 2016

GOVERNO DE SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. Comitê de Obras Públicas. **Caderno de Apresentação de Projetos em BIM**, 2014. Disponível em <<http://www.spg.sc.gov.br/visualizar-biblioteca/acoes/comite-de-obras-publicas/427-caderno-de-projetos-bim/file>> . Acesso em: 02 jun. 2018

PECCIN, N.M.. **Desenvolvimento e Compatibilização de Projetos em BIM.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTOS. IT150 – MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM CONDOMÍNIO.

<https://tribunademinas.com.br/noticias/economia/05-10-2017/ipem-mg-podera-aferir-hidrometros-residenciais.html>, Acesso em 13 de dezembro de 2018.

APÊNDICE A – RELATÓRIO DE *CLASHES* COM ESTRUTURA DO MC

APÊNDICE B – RELATÓRIO DE *CLASHES* COM ESTRUTURA DO MI

**APÊNDICE C – TABELA DE CUSTOS DIRETOS TOTAIS COM
MATERIAIS E COM MÃO DE OBRA SEM ENCARHOS SOCIAIS
PARA SISTEMA MC DE ÁGUA FRIA**

Elaboração com Ferramentas BIM de Projetos com Sistemas Hidráulicos Prediais com
Medição Coletiva e Individualizada de Água

MEDICÃO CLASSICA		CUSTO UNITÁRIO (R\$)				CUSTO TOTAL (R\$)							
ITEM	REFERÊNCIA	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL	MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL		
01.00.00.00											8.134,73	3.804,28	11.939,01
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS											8.134,73	3.804,28	11.939,01
Água fria											8.134,73	3.804,28	11.939,01
Tubos											4.124,47	1.693,35	5.817,82
01.01.01.00													
01.01.01.01	Pn/TCPO	13.102.000031.SER	Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	819,00	2,88	1,58	4,46					
01.01.01.02	Pn/TCPO	13.102.000032.SER	Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	41,00	7,46	1,71	9,17	306,86	70,11	376,97		
01.01.01.03	Pn/TCPO	13.102.000033.SER	Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	63,00	10,30	2,63	12,93	648,90	166,69	815,59		
01.01.01.04	Pn/TCPO	13.102.000034.SER	Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	18,00	12,31	3,16	15,47	221,58	56,88	278,46		
01.01.01.05	Pn/TCPO	13.102.000035.SER	Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	27,00	21,83	3,95	25,78	589,41	106,65	696,06		
Conexões											2.823,69	1.989,99	4.813,68
01.01.01.01	Sinapi	94707U	Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	PC	2,00	34,00	2,26	36,26	68,00	4,52	72,52		
01.01.01.02	Sinapi	89322U	Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	PC	678,00	2,27	1,88	4,15	1.538,06	1.274,64	2.813,70		
01.01.01.03	Sinapi	89367U	Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	PC	9,00	3,52	2,24	5,76	31,68	20,16	51,84		
01.01.01.04	Sinapi	89497U	Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	PC	20,00	4,97	1,11	6,08	99,40	22,20	121,60		
01.01.01.05	Sinapi	89501U	Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	PC	2,00	5,97	1,35	7,32	11,94	2,70	14,64		
01.01.01.06	Sinapi	89505U	Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	PC	2,00	19,90	1,60	21,50	38,80	3,20	43,00		
01.01.01.07	Pn/TCPO	13.102.000401.SER	Tê PVC soldável DN 25 mm	PC	163,00	1,46	2,50	3,96	237,98	407,50	645,48		
01.01.01.08	Pn/TCPO	13.102.000402.SER	Tê PVC soldável DN 32 mm	PC	1,00	3,35	2,50	5,85	3,35	2,50	5,85		
01.01.01.09	Pn/TCPO	13.102.000403.SER	Tê PVC soldável DN 40 mm	PC	7,00	7,65	3,95	11,60	53,55	27,65	81,20		
01.01.01.10	Pn/TCPO	13.102.000405.SER	Tê PVC soldável DN 60 mm	PC	2,00	26,75	3,95	30,70	53,50	7,90	61,40		
01.01.01.11	Pn/TCPO	13.102.000372.SER	Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	PC	10,00	6,78	2,90	9,68	67,80	25,00	92,80		
01.01.01.12	Pn/TCPO	13.102.000373.SER	Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	PC	16,00	9,23	3,95	13,18	147,68	63,20	210,88		
01.01.01.13	Pn/TCPO	13.102.000377.SER	Tê de redução PVC soldável DN 50x40 mm	PC	2,00	17,38	3,95	21,33	34,76	7,90	42,66		
01.01.01.14	Pn/TCPO	13.102.000378.SER	Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm	PC	6,00	43,27	5,92	49,19	259,62	35,52	295,14		
01.01.01.15	Pn/TCPO	13.102.000181.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	PC	26,00	1,98	1,18	3,16	51,48	30,68	82,16		
01.01.01.16	Pn/TCPO	13.102.000182.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	PC	9,00	2,35	1,84	4,19	21,15	16,56	37,71		
01.01.01.17	Pn/TCPO	13.102.000183.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 50x40 mm	PC	2,00	4,63	2,24	6,87	9,26	4,48	13,74		
01.01.01.18	Pn/TCPO	13.102.000184.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	PC	8,00	6,14	2,37	8,51	49,12	18,96	68,08		
01.01.01.19	Pn/TCPO	13.102.000202.SER	Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	PC	8,00	5,57	1,84	7,41	44,56	14,72	59,28		
Válvulas e registros											1.186,57	120,94	1.307,51
01.01.02.01	Sinapi	89353U	Registro de gaveta Ø 25	PC	1,00	40,60	2,50	43,10	40,60	2,50	43,10		
01.01.02.02	Sinapi	94496U	Registro de gaveta Ø 40	PC	9,00	90,00	9,87	99,87	810,00	88,83	898,83		
01.01.02.03	Sinapi	94497U	Registro de gaveta Ø 50	PC	3,00	111,99	9,67	121,66	335,97	23,61	359,58		
01.00.00.00											8.134,73	3.804,28	11.939,01

APÊNDICE D – TABELA DE CUSTOS DIRETOS TOTAIS COM MATERIAIS E COM MÃO DE OBRA SEM ENCARHOS SOCIAIS PARA SISTEMA MI DE ÁGUA FRIA

ITEM		REFERÊNCIA	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)			CUSTO TOTAL (R\$)		
							MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL	MATERIAL	MÃO DE OBRA	TOTAL
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS										22.626,01	5.609,84	28.235,85
Água fria										22.626,01	5.609,84	28.235,85
Tubos										7.881,87	2.537,24	10.219,11
01.01.01.00												
01.01.01.01												
01.01.01.01												
01.01.01.02												
01.01.01.03												
01.01.01.04												
01.01.01.05												
01.01.01.06												
01.01.01.07												
01.01.01.08												
01.01.01.09												
01.01.01.10												
01.01.01.11												
01.01.01.12												
01.01.01.13												
01.01.01.14												
01.01.01.15												
01.01.01.16												
01.01.01.17												
01.01.01.18												
01.01.01.19												
01.01.01.20												
01.01.01.21												
01.01.01.22												
01.01.01.23												
01.01.02.00												
01.01.02.01												
01.01.02.02												
01.01.02.03												
01.01.02.04												
01.01.02.05												
01.01.02.06												
01.01.02.07												
Conexões										3.649,66	2.407,88	6.057,54
01.01.01.01												
01.01.01.02												
01.01.01.03												
01.01.01.04												
01.01.01.05												
01.01.01.06												
01.01.01.07												
01.01.01.08												
01.01.01.09												
01.01.01.10												
01.01.01.11												
01.01.01.12												
01.01.01.13												
01.01.01.14												
01.01.01.15												
01.01.01.16												
01.01.01.17												
01.01.01.18												
01.01.01.19												
01.01.01.20												
01.01.01.21												
01.01.01.22												
01.01.01.23												
Valvulas e registros										11.294,48	664,72	11.959,20
01.01.02.01												
01.01.02.02												
01.01.02.03												
01.01.02.04												
01.01.02.05												
01.01.02.06												
01.01.02.07												
Hidrometro DN 25 mm (3/4") com conectores										174,31	6,58	180,89
TOTAL										22.626,01	5.609,84	28.235,85

APÊNDICE E – TABELA DE COMPOSIÇÕES UTILIZADA PARA OS ORÇAMENTOS DE SISTEMA COM MC E COM MI

COMPOSIÇÃO DE PREÇOS UNITÁRIOS								
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
13.102.00031.SER	SERVIÇO	Tubo PVC soldável DN 25 mm					UNIDADE:	m
TCPO	MAT	14.001.000506.MAT	Tubo PVC soldável DN 25 mm	m	1,05	2,72	2,85	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,00	35,68	0,01	
TCPO	MAT	14.001.000554.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,00	42,32	0,02	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,12	6,03	0,72	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,12	7,13	0,86	
Observações:						Preço (material)	2,88	
						Preço (mão de obra)	1,58	
						Leis Sociais		
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,58	
13.102.00032.SER	SERVIÇO	Tubo PVC soldável DN 32 mm					UNIDADE:	m
TCPO	MAT	14.001.000507.MAT	Tubo PVC soldável DN 32 mm	m	1,05	7,07	7,42	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,00	35,68	0,01	
TCPO	MAT	14.001.000554.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,00	42,32	0,03	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,13	6,03	0,78	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,13	7,13	0,93	
Observações:						Preço (material)	7,46	
						Preço (mão de obra)	1,71	
						Leis Sociais		
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,71	
13.102.00033.SER	SERVIÇO	Tubo PVC soldável DN 40 mm					UNIDADE:	m
TCPO	MAT	14.001.000508.MAT	Tubo PVC soldável DN 40 mm	m	1,05	9,77	10,26	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,00	35,68	0,01	
TCPO	MAT	14.001.000554.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,00	42,32	0,03	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,20	6,03	1,21	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,20	7,13	1,43	
Observações:						Preço (material)	10,30	
						Preço (mão de obra)	2,63	
						Leis Sociais		
						Preço (mão de obra com leis sociais)	2,63	
13.102.00034.SER	SERVIÇO	Tubo PVC soldável DN 50 mm					UNIDADE:	m
TCPO	MAT	14.001.000509.MAT	Tubo PVC soldável DN 50 mm	m	1,05	11,66	12,24	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,00	35,68	0,02	
TCPO	MAT	14.001.000554.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,00	42,32	0,04	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,24	6,03	1,45	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,24	7,13	1,71	
Observações:						Preço (material)	12,31	
						Preço (mão de obra)	3,16	
						Leis Sociais		
						Preço (mão de obra com leis sociais)	3,16	
13.102.00035.SER	SERVIÇO	Tubo PVC soldável DN 60 mm					UNIDADE:	m
TCPO	MAT	14.001.000510.MAT	Tubo PVC soldável DN 60 mm	m	1,05	20,71	21,75	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,00	35,68	0,02	
TCPO	MAT	14.001.000554.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,00	42,32	0,06	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14	
Observações:						Preço (material)	21,83	
						Preço (mão de obra)	3,95	
						Leis Sociais		
						Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95	
89362U	SERVIÇO	Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm					UNIDADE:	pc

continua

REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT	3539	Joelho 90° PVC soldável DN 25 mm	pc	1,00	0,53	0,53	
Sinapi	MAT	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	kg	0,01	37,30	0,26	
Sinapi	MAT	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	l	0,01	32,39	0,26	
Sinapi	MAT	38383	LIXA DAGUA EM FOLHA, GRAO 100	un	0,05	1,51	0,08	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,15	9,03	1,35	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,15	11,17	1,68	
Observações:							Preço (material)	1,13
							Preço (mão de obra)	3,03
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	3,03
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:	
89367U	Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm						pc	
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT	3536	Joelho 90° PVC soldável DN 32 mm	pc	1,00	1,37	1,37	
Sinapi	MAT	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	kg	0,01	37,30	0,34	
Sinapi	MAT	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	l	0,01	32,39	0,36	
Sinapi	MAT	38383	LIXA DAGUA EM FOLHA, GRAO 100	un	0,06	1,51	0,09	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,18	9,03	1,62	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,18	11,17	2,00	
Observações:							Preço (material)	2,15
							Preço (mão de obra)	3,62
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	3,62
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:	
89497U	Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm						pc	
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT	3535	Joelho 90° PVC soldável DN 40 mm	pc	1,00	3,35	3,35	
Sinapi	MAT	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	kg	0,01	37,30	0,45	
Sinapi	MAT	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	l	0,01	32,39	0,45	
Sinapi	MAT	38383	LIXA DAGUA EM FOLHA, GRAO 100	un	0,02	1,51	0,03	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,09	9,03	0,80	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,09	11,17	0,99	
Observações:							Preço (material)	4,28
							Preço (mão de obra)	1,80
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	1,80
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:	
89501U	Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm						pc	
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT	3540	Joelho 90° PVC soldável DN 50 mm	pc	1,00	3,72	3,72	
Sinapi	MAT	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	kg	0,02	37,30	0,67	
Sinapi	MAT	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	l	0,02	32,39	0,71	
Sinapi	MAT	38383	LIXA DAGUA EM FOLHA, GRAO 100	un	0,02	1,51	0,04	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,11	9,03	0,98	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,11	11,17	1,21	
Observações:							Preço (material)	5,14
							Preço (mão de obra)	2,18
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	2,18
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:	
89505U	Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm						pc	
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT	3539	Joelho 90° PVC soldável DN 60 mm	pc	1,00	17,01	17,01	
Sinapi	MAT	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	kg	0,02	37,30	0,90	
Sinapi	MAT	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	l	0,03	32,39	0,97	
Sinapi	MAT	38383	LIXA DAGUA EM FOLHA, GRAO 100	un	0,03	1,51	0,04	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,13	9,03	1,16	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,13	11,17	1,43	
Observações:							Preço (material)	18,92
							Preço (mão de obra)	2,59
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	2,59
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:	
94704U	Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 32						pc	
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT	97	Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 32	pc	1,00	12,57	12,57	
Sinapi	MAT	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	kg	0,05	11,84	0,54	
Sinapi	MAT	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	l	0,01	32,39	0,36	
Sinapi	MAT	38383	LIXA DAGUA EM FOLHA, GRAO 100	un	0,01	1,51	0,02	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,14	9,03	1,23	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,14	11,17	1,52	
Observações:							Preço (material)	13,49
							Preço (mão de obra)	2,75
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	2,75

Continua

REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
94707U	Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
Sinapi	MAT	100	Adaptador soldável com flange e anel de vedação DN 60	pc	1,00	28,60	28,60
Sinapi	MAT	122	ADESIVO PLASTICO PARA PVC, FRASCO COM 850 GR	kg	0,19	11,84	2,30
Sinapi	MAT	20083	SOLUCAO LIMPADORA PARA PVC, FRASCO COM 1000 CM3	l	0,05	32,39	1,68
Sinapi	MAT	38383	LIXA DAGUA EM FOLHA, GRAO 100	un	0,02	1,51	0,03
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,18	9,03	1,64
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,18	11,17	2,02
Observações:						Preço (material)	32,61
						Preço (mão de obra)	3,66
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	3,66
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000181.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000530.MAT	Bucha de redução PVC soldável curta DN 32x25 mm	pc	1,02	1,39	1,41
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,01	35,68	0,34
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,22
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,09	6,03	0,54
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,09	7,13	0,64
Observações:						Preço (material)	1,97
						Preço (mão de obra)	1,18
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,18
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000182.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000532.MAT	Bucha de redução PVC soldável curta DN 40x32 mm	pc	1,02	1,56	1,58
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,01	35,68	0,45
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,32
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,14	6,03	0,84
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,14	7,13	1,03
Observações:						Preço (material)	2,35
						Preço (mão de obra)	1,84
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,84
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000183.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 50x40 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000532.MAT	Bucha de redução PVC soldável curta DN 50x40 mm	pc	1,02	3,54	3,59
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,02	35,68	0,54
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,49
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,17	6,03	1,03
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,17	7,13	1,21
Observações:						Preço (material)	4,63
						Preço (mão de obra)	2,24
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	2,24
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000184.SER	Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000532.MAT	Bucha de redução PVC soldável curta DN 60x50 mm	pc	1,02	4,78	4,85
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,02	35,68	0,68
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,61
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,18	6,03	1,09
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,18	7,13	1,28
Observações:						Preço (material)	6,14
						Preço (mão de obra)	2,37
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	2,37
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000202.SER	Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000538.MAT	Bucha de redução PVC soldável longa DN 40x25 mm	pc	1,02	4,83	4,90
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,01	35,68	0,39
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,28
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,14	6,03	0,84
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,14	7,13	1,00
Observações:						Preço (material)	5,57
						Preço (mão de obra)	1,84
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,84

continua

REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000204.SER	Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x25 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000540.MAT	Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x25 mm	pc	1,02	5,09	5,17
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,02	35,68	0,54
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,37
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,14	6,03	0,84
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,14	7,13	1,00
Observações:						Preço (material)	6,07
						Preço (mão de obra)	1,84
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,84
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000205.SER	Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x32 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000541.MAT	Bucha de redução PVC soldável longa DN 50x32 mm	pc	1,02	6,23	6,32
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,02	35,68	0,59
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,41
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,14	6,03	0,84
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,14	7,13	1,00
Observações:						Preço (material)	7,32
						Preço (mão de obra)	1,84
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,84
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000208.SER	Bucha de redução PVC soldável longa DN 60x40 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000544.MAT	Bucha de redução PVC soldável longa DN 60x40 mm	pc	1,02	11,20	11,37
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,02	35,68	0,78
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,56
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,14	6,03	0,84
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,14	7,13	1,00
Observações:						Preço (material)	12,71
						Preço (mão de obra)	1,84
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	1,84
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000372.SER	Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000474.MAT	Tê de redução PVC soldável DN 32x25 mm	pc	1,02	5,80	5,89
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,02	35,68	0,54
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,35
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,19	6,03	1,15
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,19	7,13	1,35
Observações:						Preço (material)	6,78
						Preço (mão de obra)	2,50
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	2,50
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000373.SER	Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000475.MAT	Tê de redução PVC soldável DN 40x32 mm	pc	1,02	7,91	8,03
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,02	35,68	0,70
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,50
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14
Observações:						Preço (material)	9,23
						Preço (mão de obra)	3,95
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
13.102.000375.SER	Tê de redução PVC soldável DN 50x25 mm						pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
TCPO	MAT	14.001.000478.MAT	Tê de redução PVC soldável DN 50x25 mm	pc	1,02	7,89	8,01
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,03	35,68	0,93
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,02	42,32	0,65
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14
Observações:						Preço (material)	9,59
						Preço (mão de obra)	3,95
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95

REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000376.SER	Tê de redução PVC soldável DN 50x32 mm							pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000479.MAT	Tê de redução PVC soldável DN 50x32 mm	pc	1,02	13,56	13,75	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,03	35,68	0,98	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,02	42,32	0,69	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14	
Observações:							Preço (material)	15,42
							Preço (mão de obra)	3,95
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000377.SER	Tê de redução PVC soldável DN 50x40 mm							pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000476.MAT	Tê de redução PVC soldável DN 50x40 mm	pc	1,02	15,37	15,60	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,03	35,68	1,03	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,02	42,32	0,74	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14	
Observações:							Preço (material)	17,38
							Preço (mão de obra)	3,95
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000378.SER	Tê de redução PVC soldável DN 60x50 mm							pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000480.MAT	Tê 90° soldável de redução DN 60x50 mm	pc	1,02	38,69	39,47	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,06	35,38	2,23	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,04	42,32	1,54	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,45	6,03	2,71	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,45	7,13	3,21	
Observações: Utilizada como referência a composição: 9449JU							Preço (material)	43,25
							Preço (mão de obra)	5,92
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	5,92
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000401.SER	Tê PVC soldável DN 25 mm							pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000497.MAT	Tê PVC soldável DN 25 mm	pc	1,02	0,98	0,99	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,00	35,68	0,13	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,34	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,19	6,03	1,15	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,19	7,13	1,35	
Observações:							Preço (material)	1,46
							Preço (mão de obra)	2,50
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	2,50
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000402.SER	Tê PVC soldável DN 32 mm							pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000498.MAT	Tê PVC soldável DN 32 mm	pc	1,02	2,70	2,74	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,00	35,68	0,16	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,45	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,19	6,03	1,15	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,19	7,13	1,35	
Observações:							Preço (material)	3,35
							Preço (mão de obra)	2,50
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	2,50
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000403.SER	Tê PVC soldável DN 40 mm							pc
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000499.MAT	Tê PVC soldável DN 40 mm	pc	1,02	6,78	6,88	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,01	35,68	0,21	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,01	42,32	0,96	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14	
Observações:							Preço (material)	7,65
							Preço (mão de obra)	3,95
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95

continua

REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000404.SER	Tê PVC soldável DN 50 mm							pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000500.MAT	Tê PVC soldável DN 50 mm	pç	1,02	6,90	7,00	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,01	35,68	0,32	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,02	42,32	0,78	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14	
							Preço (material)	8,11
Observações:							Preço (mão de obra)	3,95
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
13.102.000405.SER	Tê PVC soldável DN 60 mm							pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
TCPO	MAT	14.001.000501.MAT	Tê PVC soldável DN 60 mm	pç	1,02	24,94	25,31	
TCPO	MAT	14.001.000471.MAT	Solução limpadora para PVC	l	0,01	35,68	0,37	
TCPO	MAT	14.001.000564.MAT	Adesivo para PVC	kg	0,03	42,32	1,06	
TCPO	M.O.	01.001.000005.MOD	Ajudante de encanador	h	0,30	6,03	1,81	
TCPO	M.O.	01.010.000001.MOD	Encanador	h	0,30	7,13	2,14	
							Preço (material)	26,75
Observações:							Preço (mão de obra)	3,95
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	3,95
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
95249U	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 3/4"							pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT.	11749	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 3/4"	pç	1,00	63,88	63,88	
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,01	9,95	0,09	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,77	9,03	6,93	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,77	11,17	8,63	
							Preço (material)	63,97
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U							Preço (mão de obra)	15,64
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	15,64
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
95250U	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1"							pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT.	11746	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1"	pç	1,00	86,24	86,24	
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,01	9,95	0,09	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,77	9,03	6,93	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,77	11,17	8,63	
							Preço (material)	86,33
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U							Preço (mão de obra)	15,64
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	15,64
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
95251U	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1.1/4"							pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT.	11750	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1.1/4"	pç	1,00	128,53	128,53	
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,02	9,95	0,19	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	9,03	7,12	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	11,17	8,61	
							Preço (material)	128,72
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U							Preço (mão de obra)	15,94
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	15,94
REFERÊNCIA	SERVIÇO							UNIDADE:
95252U	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1.1/2"							pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	
Sinapi	MAT.	11751	Válvula de esfera com alavanca azul Ø 1.1/2"	pç	1,00	154,89	154,89	
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,02	9,95	0,19	
Sinapi	M.O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	9,03	7,12	
Sinapi	M.O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	11,17	8,61	
							Preço (material)	155,08
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U							Preço (mão de obra)	15,94
							Leis Sociais	
							Preço (mão de obra com leis sociais)	15,94

continua

REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
89333U	Registro de gaveta Ø 25						pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
Sinapi	MAT.	6016	Registro de gaveta Ø 25	pç	1,00	38,94	38,94
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,01	9,95	0,13
Sinapi	M. O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,20	9,03	1,81
Sinapi	M. O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,20	11,17	2,23
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U						Preço (material)	39,07
						Preço (mão de obra)	4,04
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	4,04
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
94495U	Registro de gaveta Ø 32						pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
Sinapi	MAT.	6019	Registro de gaveta Ø 32	pç	1,00	61,47	61,47
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,01	9,95	0,09
Sinapi	M. O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,77	9,03	6,99
Sinapi	M. O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,77	11,17	8,65
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U						Preço (material)	61,56
						Preço (mão de obra)	15,64
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	15,64
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
94496U	Registro de gaveta Ø 40						pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
Sinapi	MAT.	6017	Registro de gaveta Ø 40	pç	1,00	83,77	83,77
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,02	9,95	0,19
Sinapi	M. O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	9,03	7,12
Sinapi	M. O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	11,17	8,81
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U						Preço (material)	83,96
						Preço (mão de obra)	15,94
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	15,94
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
94497U	Registro de gaveta Ø 50						pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
Sinapi	MAT.	6010	Registro de gaveta Ø 50	pç	1,00	105,76	105,76
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,02	9,95	0,19
Sinapi	M. O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	9,03	7,12
Sinapi	M. O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,79	11,17	8,81
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U						Preço (material)	105,95
						Preço (mão de obra)	15,94
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	15,94
REFERÊNCIA	SERVIÇO						UNIDADE:
95675U	Hidrômetro DN 25 mm (3/4") com conectores						pç
REFERÊNCIA	CLASS	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNIDADE	COEFICIENTE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL
Sinapi	MAT.	12774	Hidrômetro DN 25 mm (3/4") com conectores	pç	1,00	170,07	170,07
Sinapi	MAT	3148	Fita veda rosca em rolo de 18 mmx50 m (LxC)	un	0,02	9,95	0,20
Sinapi	M. O.	88248U	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,53	9,03	4,75
Sinapi	M. O.	88267U	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,53	11,17	5,91
Observações: Utilizada como referência a composição: 94499U						Preço (material)	170,27
						Preço (mão de obra)	10,62
						Leis Sociais	
						Preço (mão de obra com leis sociais)	10,62