



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Escola de Minas – Departamento de Engenharia Civil
Curso de Graduação em Engenharia Civil

Lucas de Oliveira Vieira

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DE
SISTEMA DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA DE ÁGUA EM
UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR**

Ouro Preto

2022

Análise da viabilidade de implementação de sistema de medição individualizada de água em uma edificação multifamiliar

Lucas de Oliveira Vieira

Trabalho de conclusão de curso apresentada ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos

Orientadora: Prof^a. D.Sc. Ana Letícia Pilz de Castro - UFOP

Ouro Preto

2022

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

V657a Vieira, Lucas de Oliveira.

Análise da viabilidade de implementação de sistema de medição individualizada de água em uma edificação multifamiliar. [manuscrito] / Lucas de Oliveira Vieira. - 2022.

59 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Ana Letícia Pilz de Castro.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia Civil .

1. Água - Consumo. 2. Sistema de Medição Individual (SMI). 3. Hidrômetro. 4. Habitação multifamiliar - Água - Instalações hidráulicas e sanitárias. I. Castro, Ana Letícia Pilz de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 624

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB-1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Lucas de Oliveira Vieira

multifamiliar **Análise da viabilidade de implementação de sistema de medição individualizada de água em uma edificação**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de engenheiro civil

Aprovada em 20 de junho de 2022.

Membros da banca

Profª. D.Sc. Ana Letícia Pilz de Castro – Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. D.Sc. Múcio André dos Santos Alves Mendes – Universidade Federal de Ouro Preto
Profª. M.Sc. Maria Luiza Teófilo Gandini – Universidade Federal de Ouro Preto

Ana Letícia Pilz de Castro, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 19/08/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Letícia Pilz de Castro, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 19/08/2022, às 10:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0383990** e o código CRC **88AF1DAB**.

*Dedico este trabalho aos meus pais
Raymundo (em memória) e Alessandra,
com todo amor do mundo e gratidão.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela presença em minha vida e pela ajuda nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Raymundo Vieira e Alessandra Maria de Oliveira pelos ensinamentos, apoio e orientações para a formação do meu caráter e principalmente pela motivação dada para nunca desistir. À minha irmã Vanêssa pelos momentos compartilhados e pelo incentivo na busca de meus sonhos.

À minha orientadora Ana Letícia Pilz de Castro pelo tempo, atenção e conhecimento compartilhados que proporcionaram a concretização deste trabalho.

Aos meus professores e a Universidade Federal de Ouro Preto por contribuírem para a minha formação acadêmica.

Ao Movimento Universidades Renovadas (M.U.R.) e ao Grupo de Oração Universitário (G.O.U.) por tudo que eu vivi e aprendi, e por todos aqueles que eu conheci através deles e que me acompanharam ao longo dessa jornada.

E a todos os meus amigos e familiares que de alguma forma estiveram sempre me apoiando e compartilhando os momentos de alegria e tristeza, principalmente à Karine, ao Luan, à Pauliana, ao João, ao Márcio e ao Guilherme. Sem eles eu não chegaria até aqui.

RESUMO

O crescimento constante dos centros urbanos e a conseqüente verticalização das habitações tende a aumentar o consumo dos recursos hídricos. O desperdício de água é um tema recorrente em debates, especialmente, quando relacionado à escassez, custos do tratamento para potabilidade e os valores pagos pelos usuários. Logo, percebe-se a necessidade de colocar em prática ações para a conservação da água e seu uso racional, sendo o sistema de medição individualizada uma solução a ser implementada. Esse sistema favorece a redução do consumo hídrico, trazendo valores justos na cobrança pelo consumo de água, gerando satisfação para o consumidor e incentivando o uso racional deste recurso. Assim, este trabalho tem o objetivo de propor um projeto de individualização de medição de água em um edifício multifamiliar onde a cobrança do consumo de água é feita de modo coletivo, avaliando três possibilidades de posições para instalação dos hidrômetros. Deste modo, foram realizados três traçados e procedeu-se com o dimensionamento de todo o sistema de distribuição de água fria da edificação segundo recomendações da norma técnica vigente NBR 5.626/2020. Com base nos resultados de quantitativos de peças e estimativa de obras necessárias, foi feita uma estimativa de custos, definindo a viabilidade da aplicação do projeto sugerido. Os resultados do presente estudo mostram que o cenário que considerou os hidrômetros posicionados no *hall* de entrada dos apartamentos foi mais vantajoso do que os demais propostos.

Palavras-chave: Consumo consciente de água. Instalações Prediais de Água Fria.

Sistema de Medição Individual. Hidrômetros.

ABSTRACT

The constant growth of urban centers and the consequent verticalization of housing tends to increase the consumption of water resources. The waste of water is a recurring theme in debates, especially when related to scarcity, costs of treatment for potability and the amounts paid by users. Therefore, we realize the need to put into practice actions to conserve water and its rational use, and the individualized measurement system is a solution to be implemented. This system favors the reduction of hydric consumption, bringing fair values in the billing for water consumption, while generating satisfaction for the consumer and encouraging the rational use of this resource. So, the objective of this study is to propose a project for individualized water measurement in a multi-family building where water consumption is charged collectively, evaluating three possible positions for the installation of water meters. Thus, three layouts were made and the whole cold water distribution system of the building was sized according to the recommendations of the current technical norm NBR 5626/2020. Based on the results of the quantities of parts and estimate of necessary works, a cost estimate was made, defining the viability of the application of the suggested project. The results of the present study show that the scenario that considered the water meters positioned in the entrance hall of the apartments was more advantageous than the others proposed.

Keywords: Correctly consumption of water. Plumbing Design. Individual Measurement System. Hydrometers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema de uma instalação predial de água fria	4
Figura 2 – Sistema Direto	7
Figura 3 – Sistema indireto sem bombeamento.....	7
Figura 4 – Sistema indireto com bombeamento.....	8
Figura 5 – Sistema misto	8
Figura 6 – SMI com reservatório inferior e superior	14
Figura 7 – Medidores posicionados no barrilete do edifício	18
Figura 8 – Medidores distribuídos nos halls dos pavimentos.....	19
Figura 9 – Medidores posicionados no térreo da edificação	20
Figura 10 – Planta baixa do pavimento tipo	23
Figura 11 – Localização dos reservatórios.....	24
Figura 12 – Nomograma de pesos, vazões e diâmetros.....	27
Figura 13 – Curva de perda de carga em hidrômetros	31
Figura 14 – Subdivisão dos trechos para o primeiro cenário	34
Figura 15 – Subdivisão dos trechos para o segundo cenário	37
Figura 16 – Subdivisão dos trechos para o terceiro cenário	40

SUMÁRIO

1	Introdução	1
1.1	Objetivo.....	2
1.1.1	Objetivos Específicos.....	2
2	Revisão Bibliográfica.....	3
2.1	Sistemas hidráulicos e sanitários.....	3
2.1.1	Instalações prediais de água fria.....	4
2.2	Consumo Predial	9
2.3	Hidrometria: sistemas de medição coletiva e individualizada	12
2.3.1	Sistema de medição coletiva.....	12
2.3.2	Sistema de medição individualizada	13
3	Metodologia.....	22
3.1	Área de estudo	22
3.2	Formulários.....	25
3.3	Estimativa de custos.....	32
4	Resultados	33
4.1	Aplicação dos cálculos	33
4.1.1	Dimensionamento com hidrômetros no <i>hall</i> de entrada dos apartamentos.....	33
4.1.2	Dimensionamento com hidrômetros junto à saída do barrilete	37
4.1.3	Dimensionamento com hidrômetros no <i>hall</i> do edifício.....	40
4.1.4	Discussão dos resultados	43

4.2	Análise de custos.....	44
5	Conclusão	46
	Referências.....	48
	APÊNDICES	53
	APÊNDICE A – Planilha de custos para hidrômetros no <i>hall</i> de entrada dos apartamentos	54
	APÊNDICE B – Planilha de custos para hidrômetros junto à saída do barrilete .	56
	APÊNDICE C – Planilha de custos para hidrômetros no <i>hall</i> de entrada do edifício.....	58

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a manutenção da vida de todos os organismos presentes no planeta, além de ser utilizada nas mais diversas atividades executadas pela ação do homem. Embora isso seja um fato, são notáveis o consumo exagerado e o desperdício extremamente elevado deste recurso, levando a necessidade de debates sobre a racionalização do uso da água.

Segundo dados de um diagnóstico realizado em 2020 pelo Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), do Ministério das Cidades, o consumo médio de água *per capita* no Brasil é de 152,1 litros por habitante por dia, com previsão de aumento de 24% até 2030, segundo estudo feito pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), enquanto o recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU) é de 110 litros por habitante por dia.

Um fator a ser considerado é a forma como é feita a medição e a respectiva cobrança em residências familiares, principalmente em edificações verticais. A grande maioria dos condomínios residenciais contam com o sistema de medição tradicional de medição global da água, onde o consumo predial é rateado entre os moradores, e todos pagam o mesmo valor mensal pela água, independente do consumo de cada unidade residencial. Dessa forma, o usuário não se sente inibido em manter um elevado consumo e não é motivado a racionalizar a sua utilização da água.

O Sistema de Medição Individualizada (SMI) é a alternativa adotada para o sistema de medição tradicional, consistindo na instalação de um hidrômetro em cada unidade residencial, de modo que seja possível medir o consumo individualmente, fazendo com que o usuário pague apenas pelo que ele realmente consumiu. Assim, com uma cobrança mais justa, será gerada maior satisfação entre os usuários que passam a ter maior controle sobre o valor da conta e a ter um incentivo à utilização racional e consciente da água.

A Lei nº.13.312 de 12 de julho de 2016 torna obrigatória a utilização de medição individualizada de água em novos condomínios, porém a mesma só entrou em vigor

a partir de 2021 e não contemplou as edificações construídas anteriormente, (BRASIL, 2016).

Em comparação com o sistema tradicional, o SMI ainda facilita a detecção de vazamentos e a redução do volume de efluente de esgoto gerado por cada unidade, além de facilitar a manutenção, sem necessidade de interrupção do sistema de distribuição de água.

A opção por uma solução otimizada de SMI acarretará em benefícios também para os seus idealizadores, barateando os custos relativos às instalações hidráulicas e criando um atrativo comercial para a venda dos apartamentos.

1.1 Objetivo

O objetivo do presente trabalho é realizar uma avaliação da mudança de um sistema coletivo de medição para um sistema de medição individualizada em uma edificação multifamiliar.

1.1.1 Objetivos Específicos

O objetivo geral pode ser subdividido em 3 objetivos específicos, são eles:

- criar 3 cenários de medição individualizada;
- analisar o impacto financeiro para os cenários propostos e
- indicar qual é a melhor solução para a edificação em questão.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistemas hidráulicos e sanitários

Um sistema predial hidráulico tem como função primordial tratar das necessidades ligadas à saúde e à higiene, mas também atender as mais diversas exigências dos usuários. Agindo de forma integrada, cada elemento constituinte do sistema hidráulico permite que o mesmo funcione da maneira para a qual foi projetada (BOTELHO, 2010).

Uma instalação de água fria representa o conjunto de tubulações, conexões e acessórios que possibilitam a chegada da água da rede pública até os pontos de consumo ou utilização dentro da habitação, em quantidade suficiente, de modo a preservar a qualidade da água fornecida.

Segundo Azevedo Netto (2018), o sistema predial de água quente constitui-se de maneira similar ao de água fria, acrescidos os aquecedores e a tubulação específica para a distribuição da água quente, além das peças para sua utilização tais como chuveiros, duchas e torneiras de pia.

As instalações prediais de esgoto sanitário são representadas pelo conjunto de aparelhos sanitários, dispositivos e tubulações que têm por função coletar e encaminhar os despejos provenientes da edificação, de modo a dar-lhes uma destinação apropriada (AZEVEDO NETTO, 2018).

O sistema de esgoto sanitário não pode ser interligado aos demais sistemas, de forma que seja garantida a qualidade da água que se destina ao abastecimento da edificação, garantindo condições mínimas de higiene, segurança e conforto ao usuário.

Quanto ao sistema predial de água pluvial, cabe ressaltar a sua importância na questão da sustentabilidade ambiental considerando que foi projetado para propiciar o reaproveitamento da água da chuva e também para garantir um melhor escoamento, evitando problemas oriundos de uma drenagem ineficiente (BOTELHO, 2010).

2.1.1 Instalações prediais de água fria

A alimentação de uma instalação predial de água fria provém da rede pública de abastecimento e, em alguns casos, quando não há a possibilidade de alimentação a partir desta rede, são realizadas captações em poços, com a perfuração autorizada pelo órgão público responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos no local. Estes poços podem ou não necessitar de bombeamento, uma vez que em alguns casos, a própria diferença de pressão com a superfície já é suficiente para que a água seja expelida naturalmente.

A Figura 1 apresenta os componentes básicos de uma instalação predial de água fria.

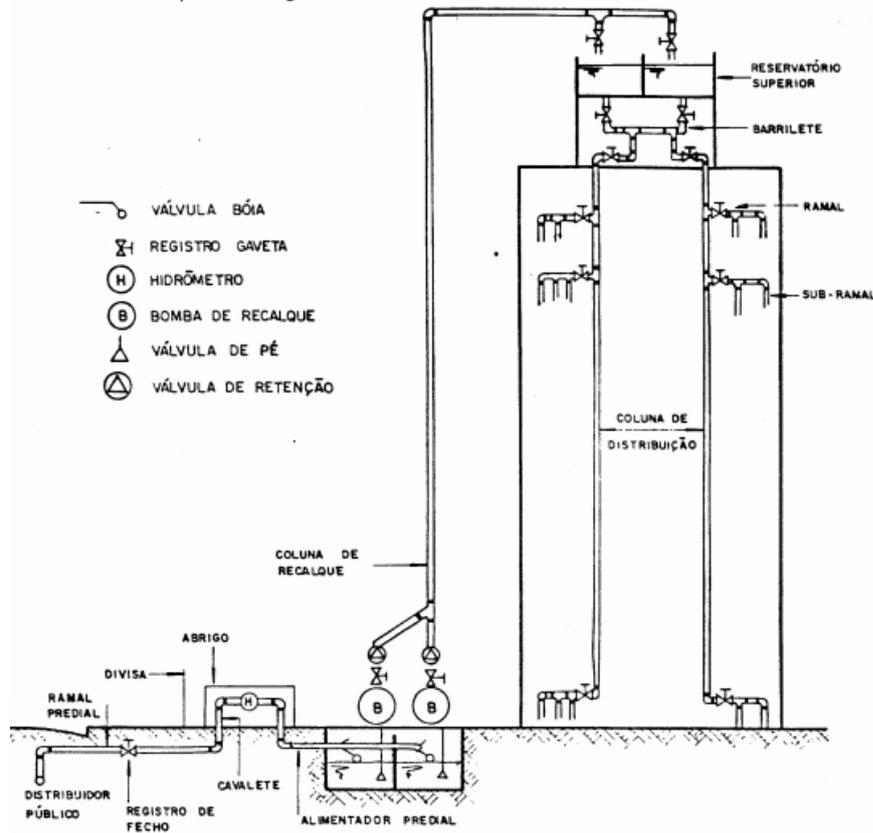


Figura 1 – Esquema de uma instalação predial de água fria

Fonte: ILHA, GONÇALVES, 1994

As instalações prediais de água fria são compostas pelos seguintes elementos definidos a seguir, conforme a norma NBR 5.626 (ABNT, 2020):

- Água fria: água à temperatura dada pelas condições do ambiente;
- Alimentador predial: tubulação que liga a fonte de abastecimento a um reservatório de água de uso doméstico;
- Barrilete: tubulação que se origina no reservatório e da qual derivam as colunas de distribuição, quando o tipo de abastecimento é indireto. No caso de abastecimento direto, pode ser considerado como a tubulação diretamente ligada ao ramal predial ou diretamente ligada à fonte de abastecimento particular;
- Coluna de distribuição: tubulação derivada do barrilete e destinada a alimentar ramais;
- Instalação elevatória: sistema destinado a elevar a pressão da água em uma instalação predial de água fria, quando a pressão disponível na fonte de abastecimento for insuficiente, para abastecimento do tipo direto, ou para suprimento do reservatório elevado no caso de abastecimento do tipo indireto;
- Ponto de utilização (da água): extremidade a jusante do sub-ramal a partir de onde a água fria passa a ser considerada água servida. Qualquer parte da instalação predial de água fria, a montante desta extremidade, deve preservar as características da água para o uso a que se destina;
- Ramal: tubulação derivada da coluna de distribuição e destinada a alimentar os sub-ramais;
- Ramal predial: tubulação compreendida entre a rede pública de abastecimento de água e a extremidade a montante do alimentador predial ou de rede predial de distribuição. O ponto onde termina o ramal predial deve ser definido pela concessionária;
- Rede predial de distribuição: conjunto de tubulações constituído de barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais, ou de alguns destes elementos, destinado a levar água aos pontos de utilização;

- Registro de fechamento: componente instalado na tubulação e destinado a interromper a passagem da água. Deve ser usado totalmente fechado ou totalmente aberto. Geralmente, empregam-se registros de gaveta ou registros de esfera. Em ambos os casos, o registro deve apresentar seção de passagem da água com área igual à da seção interna da tubulação onde está instalado;
- Registro de utilização: componente instalado na tubulação e destinado a controlar a vazão da água utilizada. Geralmente empregam-se registros de pressão ou válvula-globo em sub-ramais e
- Sub-ramal: tubulação que liga o ramal ao ponto de utilização.

Outro elemento fundamental, o reservatório, é definido a seguir (CREDER, 2012, p. 5):

- Reservatório inferior: reservatório intercalado entre o alimentador predial e a instalação elevatória, destinado a reservar água e a funcionar como poço de sucção da instalação elevatória e
- Reservatório superior: reservatório ligado ao alimentador predial ou à tubulação de recalque, destinado a alimentar a rede predial ou a tubulação de recalque.

Tem-se ainda a definição para hidrômetro, que é um instrumento de precisão utilizado na medição volumétrica do consumo de água, permitindo a emissão das contas considerando o volume consumido por cada um (BOTELHO, 2010).

Conforme observado por Azevedo Netto (2018), no Brasil, as instalações de água fria podem ser executadas através de diferentes sistemas, dentre os seguintes tipos:

- Sistema direto: todos os aparelhos e torneiras são alimentados pela rede pública, como exemplificado na Figura 2.

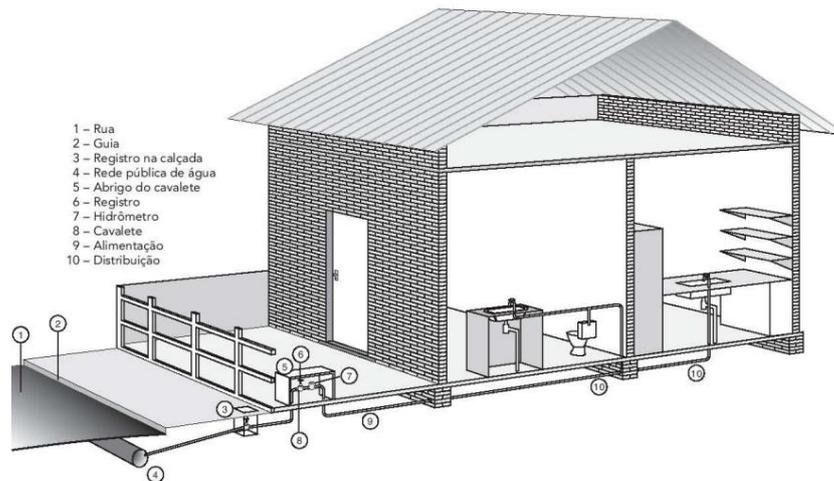


Figura 2 – Sistema Direto

Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017

- Sistema indireto: todos os aparelhos e torneiras são alimentados por um reservatório superior presente no edifício, que por sua vez é alimentado pela rede pública (Figura 3) ou através de recalque (Figura 4), advindo de um reservatório inferior.

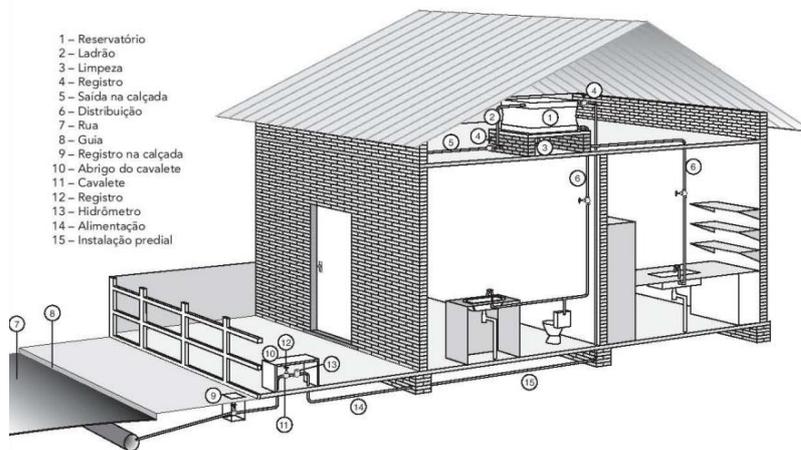


Figura 3 – Sistema indireto sem bombeamento

Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017

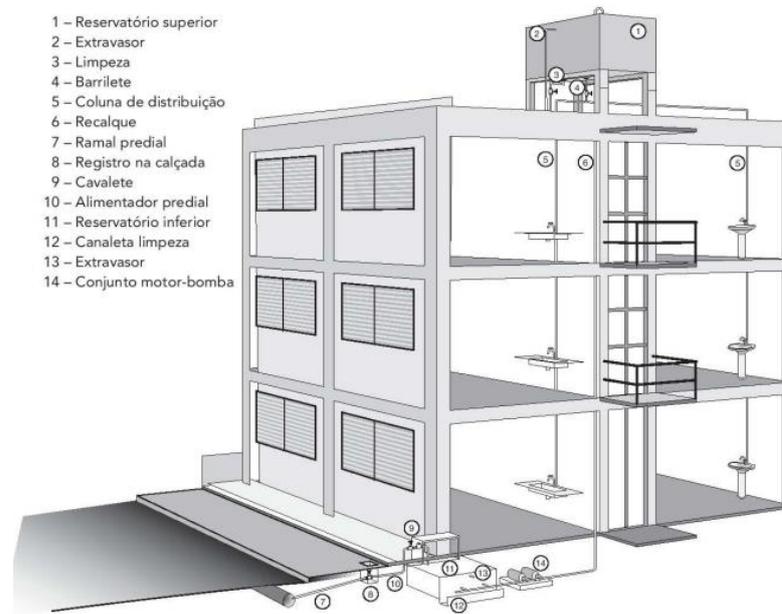


Figura 4 – Sistema indireto com bombeamento

Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017

- Sistema misto: parte da alimentação provém da rede pública e parte do reservatório superior, como pode ser visto na Figura 5.

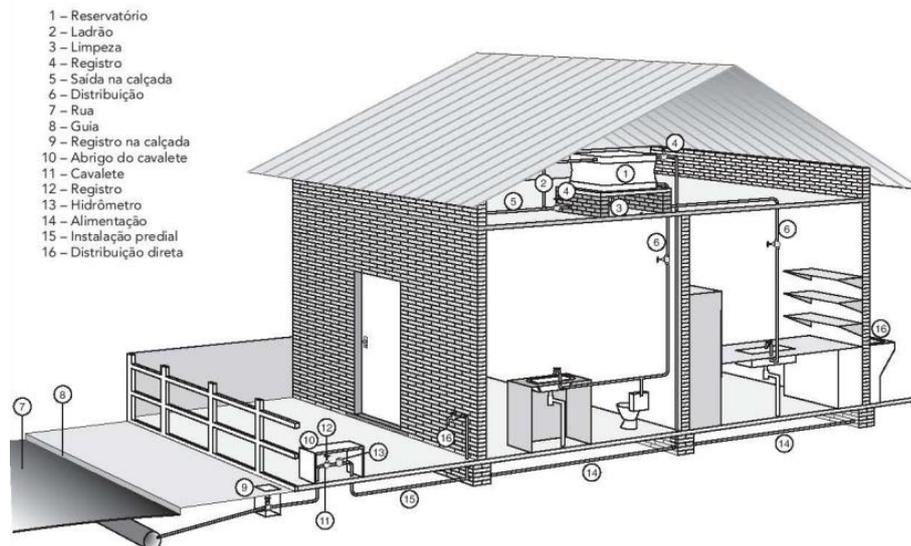


Figura 5 – Sistema misto

Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017

Segundo Carvalho Júnior (2017), o sistema de distribuição mista é o mais utilizado e vantajoso quando comparado aos restantes, uma vez que devido ao duplo fornecimento a água chegará com maior pressão aos pontos de consumo.

2.2 Consumo Predial

A determinação da previsão de consumo, considerando tanto a área externa quanto a interna, é uma necessidade fundamental para que se possa idealizar um sistema predial funcional (GAMEIRO, 2007). Como relatado por Yamada et al. (2001), o conhecimento das características e hábitos dos consumidores implica diretamente as ações de conservação da água em edificações.

A água para uso doméstico, conforme relata Gameiro (2007), é utilizada para lavagem de roupas, higiene pessoal, limpeza interna e externa etc. Tsutiya (2006) afirma que variados fatores influenciam a demanda doméstica de água, a saber:

- Características físicas: umidade do ar, tipo de solo, condições pluviométricas etc.;
- Renda familiar: usuários com padrão de vida elevado dão menos importância às despesas referentes ao consumo;
- Características da habitação: número de habitantes e seu tempo de permanência, área construída etc.;
- Características do abastecimento de água: qualidade e disponibilidade da água;
- Forma de gerenciamento do sistema de abastecimento: combate às perdas, tarifas, campanhas de conscientização etc. e
- Características culturais da comunidade.

O conjunto destas características, ou mesmo cada uma delas individualmente, afetam diretamente o consumo predial, devendo ser levado em conta, também, a sazonalidade destas mesmas características (GAMEIRO, 2007). Ao estabelecer o perfil de consumo predial de água, os valores dos consumos internos de água devem ser apresentados, considerando os pontos de utilização da instalação

hidráulica predial. Conforme Barreto (2008) destaca em seu trabalho, analisando uma amostra de residências localizadas na zona oeste de São Paulo, estes pontos dizem respeito à água consumida pelos itens voltados à higiene e limpeza, tais como chuveiro, lavatório e caixa de descarga. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos para o consumo médios predial diário.

Tabela 1 – Consumo médio diário por ponto de utilização e por morador

Ponto de utilização	Participação (%)	Consumo (l)	Consumo per capita (l/habitação)
Chuveiro	13,9	106	35,3
Pia de cozinha	12,0	91	30,3
Máquina de lavar roupas	10,9	83	27,7
Tanquinho de lavar	9,2	70	23,3
Tanque com máquina de lavar	8,3	63	21,0
Caixa acoplada	5,5	42	14,0
Tanque	5,4	41	13,6
Lavatório	4,2	32	10,8
Outros usos	30,6	232	77,4
Total	100,0	788	262,7

Fonte: Adaptado de BARRETO, 2008

O Gráfico 1 ilustra o resultado apresentado pela tabela dos dados de consumo de água total das unidades habitacionais analisadas no trabalho de Barreto (2008).

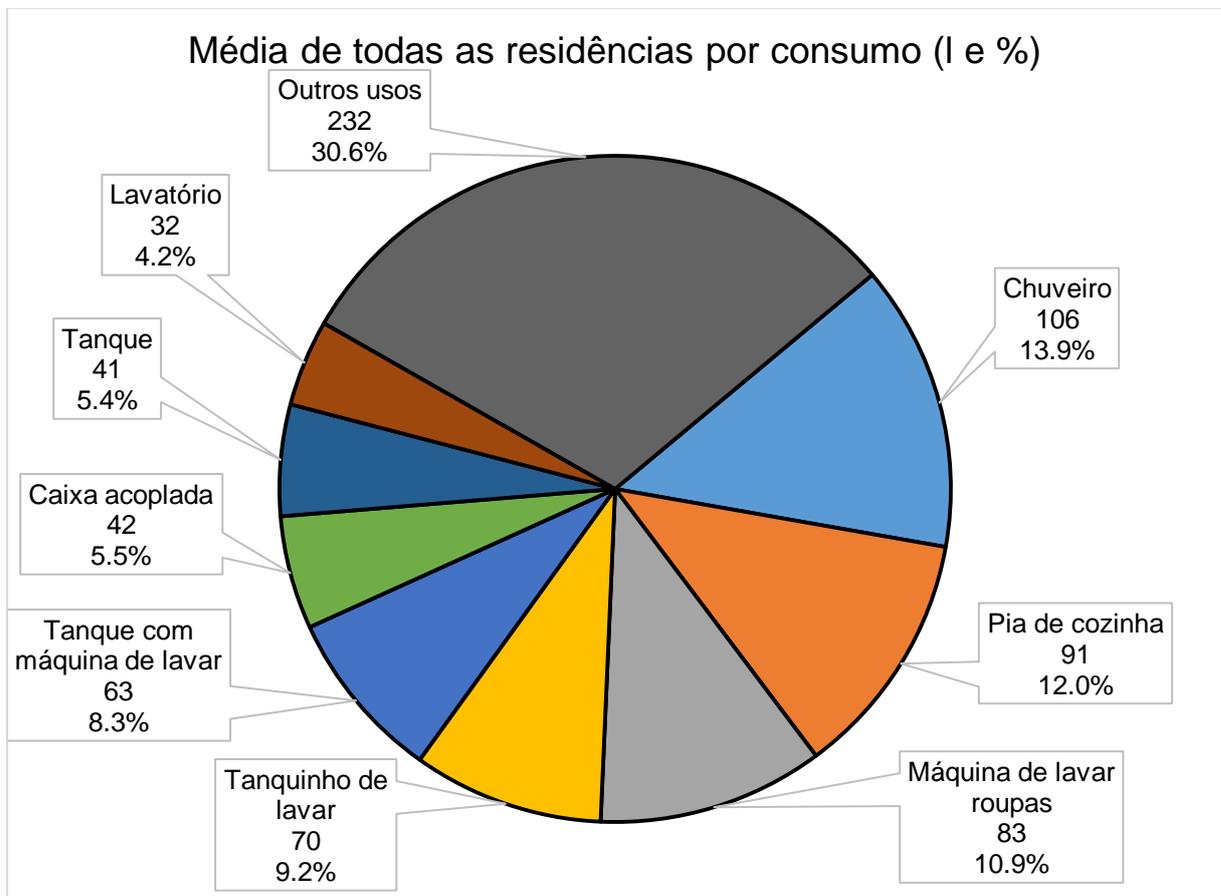


Gráfico 1 – Percentual de participação dos pontos de utilização no consumo diário médio

Fonte: Adaptado de BARRETO, 2008

Os resultados obtidos no estudo mostram que dentro das referidas residências os pontos de maior consumo de água são os utilizados para tomar banho, utilização da pia de cozinha e para a lavagem de roupas. Barreto (2008) destaca que esse resultado não pode ser adotado para todas as residências em diferentes localidades, tendo seus valores restritos à época de realização do estudo, uma vez que cada região terá situações e costumes diferentes, gerando singularidades no perfil de consumo de água, valendo apenas para as habitações estudadas.

Cesar (2016) ressalta que o destaque fique por conta da concretização de uma metodologia desenvolvida para realizar a determinação direta do perfil de consumo.

Tal metodologia pode ser utilizada no futuro para analisar o perfil de consumo de água da cidade, permitindo aos técnicos que fariam tal levantamento um meio para incluir, na eventual amostra, habitações onde a medição do perfil de consumo fosse feita de forma direta. “O consumo de água por habitação pode depois ser associado a outros parâmetros considerados significativos e de interesse, como, por exemplo, o número de habitantes e o tamanho da unidade habitacional.” (ROCHA, 1999).

2.3 Hidrometria: sistemas de medição coletiva e individualizada

Para realização da medição de água em uma edificação, os métodos existentes são dois: o sistema de medição coletiva e o sistema de medição individualizada. Ambos os sistemas apresentam características que os definem, apresentada a seguir.

2.3.1 Sistema de medição coletiva

O sistema de medição coletiva consiste na presença de um hidrômetro geral posicionado na entrada da edificação a partir do qual abastecerá todas as unidades habitacionais. Com o volume consumido aferido, o valor da conta será igualmente repartido entre os moradores, independente do volume de água consumido individualmente (CARVALHO, 2010).

É um modelo presente na maioria dos edifícios antigos, principalmente devido a facilidade de implantação do sistema hidráulico, porém, que gera muito desperdício. Segundo Carvalho (2010), como não existe monitoramento individual de consumo, o usuário se sente mais à vontade em consumir um volume maior de água e, dessa forma, o usuário que economiza é penalizado pelo rateio entre os condôminos. Além disso, nesse sistema a verificação e detecção de vazamentos nas unidades habitacionais tornam-se mais difíceis.

As formas de cobrança mais comuns são as de cobrança igualitária entre os apartamentos da edificação, a de cobrança equivalente à área do apartamento e a cobrança considerando o número de moradores em cada apartamento, baseadas

em alguns critérios que foram adotados para que a divisão da conta se tornasse mais justa entre os usuários (ROZAS, PRADO, 2002).

No rateio em partes iguais, cada unidade paga a conta de água com o mesmo valor, obtido através da soma do consumo por apartamento do condomínio e das áreas consumo coletivo, dividido pelo número de unidades habitacionais existentes. Esse é o método mais usual nas edificações brasileiras e também o mais injusto, pois não leva em consideração nenhum critério para se aproximar do consumo individual real.

Para o rateio proporcional a área da unidade, o consumo geral do edifício é dividido de maneira proporcional à área do apartamento. Este método aparenta ser um pouco menos injusto quando comparado ao modelo anterior, porém ele não considera outras variáveis, como o de haver um menor número de moradores do que em uma unidade maior. Assim, o uso deste critério seria similar ao rateio por partes iguais.

Já no rateio proporcional ao número de habitantes, a conta do consumo global do edifício é rateada proporcionalmente ao número de ocupantes das unidades, chegando mais próximo do consumo individual real em relação aos métodos anteriores. Entretanto, este método não considera que o tempo de permanência dos habitantes é variável no decorrer do dia, que é um fator bastante significativo ligado à variação do consumo de água nos apartamentos.

2.3.2 Sistema de medição individualizada

De acordo com Lima et al. (2016), o SMI é baseado na presença de um hidrômetro instalado para cada unidade habitacional, permitindo realizar a medição do real consumo de cada habitação de modo mais justo, além de respeitar fatores de âmbito cultural, social e econômico dos usuários, auxiliando a racionalização do uso da água, uma vez que essas características influenciam diretamente o consumo individual. É um sistema a ser considerado como alternativa ao método tradicional de medição coletiva. A Figura 6 ilustra um SMI e alguns de seus componentes.

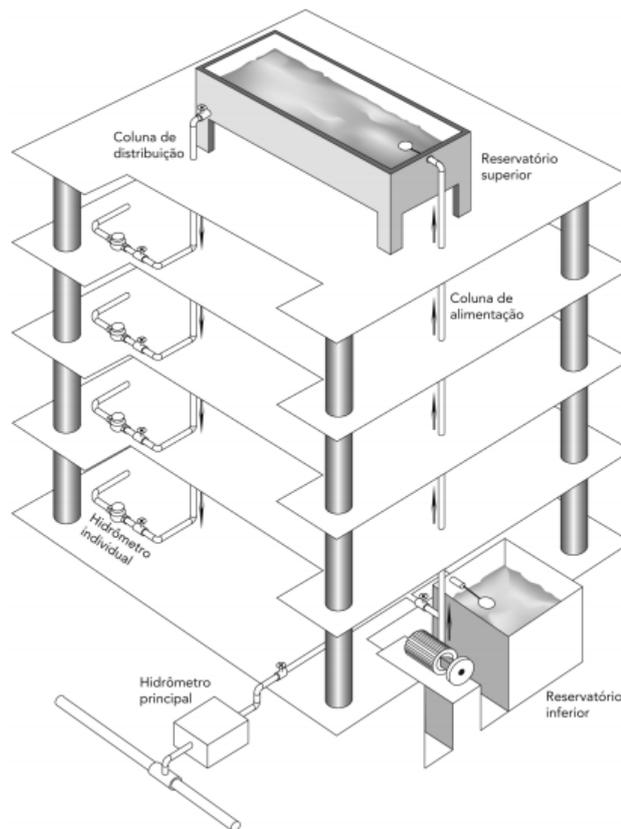


Figura 6 – SMI com reservatório inferior e superior

Fonte: CARVALHO JÚNIOR, 2017

A escolha pela implantação do SMI traz benefícios às várias partes, seja para o consumidor, a concessionária de abastecimento de água e também para os construtores e administradores do edifício.

Matos (2003) destaca cada uma delas. Do ponto de vista do consumidor, o SMI favorece os usuários que consomem menos água, não tendo de pagar pelo uso e desperdício alheio. Proporciona também a cobrança adequada para aqueles que possuem hábitos irresponsáveis de consumo de água, motivando um consumo mais racional e reduzindo este desperdício de água. Essas ações reduzem o valor do pagamento da conta, gerando satisfação entre os usuários. Além disso, propicia maior facilidade para detectar vazamentos internos nos apartamentos.

Coelho e Maynard (1999) apontam diferentes vantagens com implantação do SMI. Analisando o lado das concessionárias de abastecimento, os SMI resultam na diminuição do índice de inadimplência, aumentando o faturamento, e do número de reclamações, transmitindo uma imagem melhor ante a população em geral. Devido à redução de consumo, a capacidade de suprimento do sistema de abastecimento de água é aumentada, sem que haja a necessidade de se ampliar o mesmo. Para os administradores de condomínios, este sistema funciona como uma ferramenta para se realizar uma gestão mais justa, pois induzem a uma racionalização do consumo e resolvem quase integralmente o problema da inadimplência nas taxas referentes à tarifa de água/esgoto.

Aos construtores, os projetos destinados à implantação do SMI geram economia nos gastos com as instalações hidráulicas. Outra vantagem, é maior procura por apartamentos que apresentam esse tipo de medição, facilitando vendas futuras.

Em contrapartida, Foletto (2008) destaca várias desvantagens do SMI. Considerando os andares mais elevados em um edifício vertical, ocorre redução da pressão dinâmica na rede de distribuição de água, necessitando, portanto, de dispositivos pressurizadores. Isso ocorre em decorrência da concentração da distribuição de água em poucas prumadas e da presença de um medidor individual no ramal único de abastecimento do apartamento, resultando em perdas de carga elevadas. Outra dificuldade pode ser devido aos custos com instalação dos hidrômetros e também da manutenção, além de problemas na justiça com a responsabilização dos sistemas hidráulicos internos da edificação. A medição dos dados de consumo pode levar reclamações à concessionária se o somatório das medições individuais apresentar um valor maior que o total registrado no hidrômetro geral, ocorrências devidas a equipamentos que necessitam de calibração e defasagem entre as leituras dos medidores individuais.

Conforme salientado por Lima et al. (2016), o SMI necessita de acesso liberado à terceiros às dependências do edifício para que se possa fazer a leitura dos hidrômetros, em situações que contam com sistemas convencionais de leitura. Entretanto, atualmente já existem outros métodos para que se possa realizar a

leitura dos consumos, utilizando o sistema de medição remota, que faz a coleta de dados e realizam a transmissão dos dados para a central de medição que fica localizada no térreo da edificação. A medição remota se faz necessária principalmente nos casos onde os medidores se localizam no interior dos apartamentos.

Medidores mais recentes já possuem dispositivos de rádio frequência, propiciando que seja realizada a medição a longas distâncias, sem que seja necessária a central de medição no condomínio, tendo o responsável pela medição o dever de organizar as informações coletadas e encaminhar para a administração do condomínio, que realizará a cobrança (TAMAKI, 2003). Este método dispensa a necessidade da entrada de terceiros, assegurando segurança e conforto aos residentes.

O local de instalação dos medidores e a determinação do tipo de medição remota a ser utilizada serão definidos de acordo com as necessidades de cada projeto, de forma que atenda a todas as partes, dos usuários às concessionárias responsáveis pela distribuição de água garantindo resultados mais vantajosos. Peres (2006) lembra que as modificações previstas a se realizarem em prédios antigos devem levar em conta a minimização dos possíveis danos aos elementos antigos da edificação, evitando transtornos aos envolvidos e reduzindo custos para implantação do sistema.

Conforme Peres (2006) destaca, é importante a observância do tipo de sistema de descarga utilizada nas bacias sanitárias, que normalmente possuem válvula de descarga e uma coluna de alimentação exclusiva. Como sua vazão tende a ser muito maior ao ser comparada com as demais peças de utilização, a leitura exata em medidores individuais torna-se impossível de ser feita, ocorrendo devido ao fato de que os medidores individuais não suportarem tais faixas de vazão muito elevadas e são incapazes de registrá-las. A utilização de um hidrômetro que suporta maior capacidade de vazão para solucionar esse problema poderia provocar a submedição do consumo de água para o caso de a vazão ser muito baixa. Tal escolha implicaria na elevação dos custos. Bussolo (2010) apresenta como alternativa a esse problema

a adoção de bacias que contam com caixa acoplada, em detrimento das válvulas de descargas, garantindo, assim, a aplicação do SMI em qualquer edificação. Com a explanação destes fatores, fica claro o quão importante é a realização de um estudo de viabilidade para a implantação do SMI de água, considerando aspectos técnicos e econômicos (PERES, 2006).

2.3.2.1 Tipos de sistema de medição individualizada de água

A implantação do sistema de medição individualizada pode se dar através de diferentes formas, posicionando os medidores em diferentes locais da edificação, de acordo com as particularidades de cada edifício e possíveis opções disponíveis aos projetistas, de modo a não se tornar economicamente inviável e que não gere transtornos para eventuais verificações e reparos, além de permitir os trabalhos da concessionária de água. Os sistemas de medição são classificados considerando o local de instalação dos hidrômetros, sendo eles localizados no barrilete do edifício, nos *halls* de cada um dos pavimentos ou ainda no térreo da edificação (PERES, 2006).

Na primeira configuração, os medidores estão instalados no barrilete, próximo ao reservatório superior. Essa solução gera um custo elevado de materiais e uma dificuldade para a execução da parte hidráulica, devido à limitação do espaço disponível no barrilete, pois necessita do emprego de uma coluna para cada apartamento. Outro ponto importante a se considerar é a recomendação da pressão dinâmica mínima de 5 kPa nos pontos de uso, prevista pela norma NBR 5.626 (ABNT, 2020), não atingida devido à grande perda de carga nos hidrômetros (PERES, 2006). Dominiqueli (2007) destaca a desvantagem de necessitar que o responsável tenha de subir até o local para realizar as medições de consumo, no caso de medidores tradicionais, e demais operações, como corte e reestabelecimento de água. Esse problema pode ser minimizado com a utilização da medição remota e válvulas específicas que permitem realizar corte e reestabelecimento da água à distância. A Figura 7 apresenta a instalação de hidrômetros no barrilete.

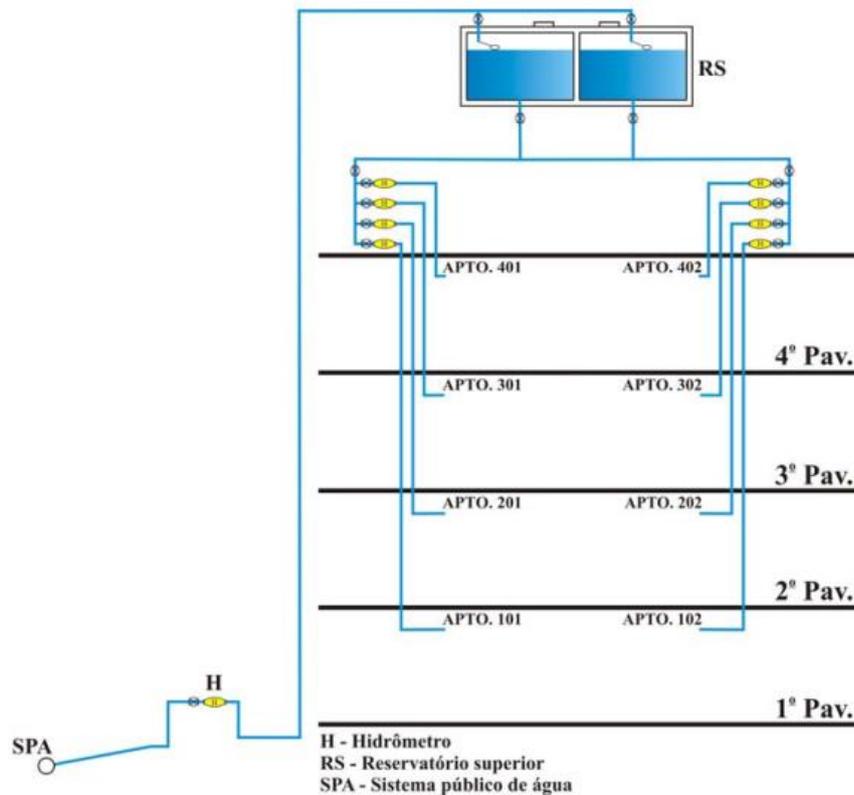


Figura 7 – Medidores posicionados no barrilete do edifício

Fonte: PERES, 2006

Dominiqueli (2007) apresenta outra alternativa para instalação dos medidores, sendo nos *halls* de serviço de cada um dos pavimentos, tendo eles agrupados em um mesmo *shaft*, principalmente para quando a edificação possuir mais de quatro pavimentos. Dessa forma, uma única coluna de distribuição é necessária para atender a todos os hidrômetros, minimizando o custo tanto das tubulações quanto da mão-de-obra responsável pela execução do sistema (PERES, 2006). Esta tem sido uma solução bem aceita, dado que demanda uma instalação hidráulica simplificada e com facilidade de acesso, simplificando eventuais operações de manutenção. Entretanto, assim como no modelo anterior, essa configuração exige que o responsável por efetuar a medição de cada hidrômetro e outras operações atravesse todos os andares, sendo aplicável a mesma solução anteriormente citada. Essa configuração é apresentada na Figura 8.

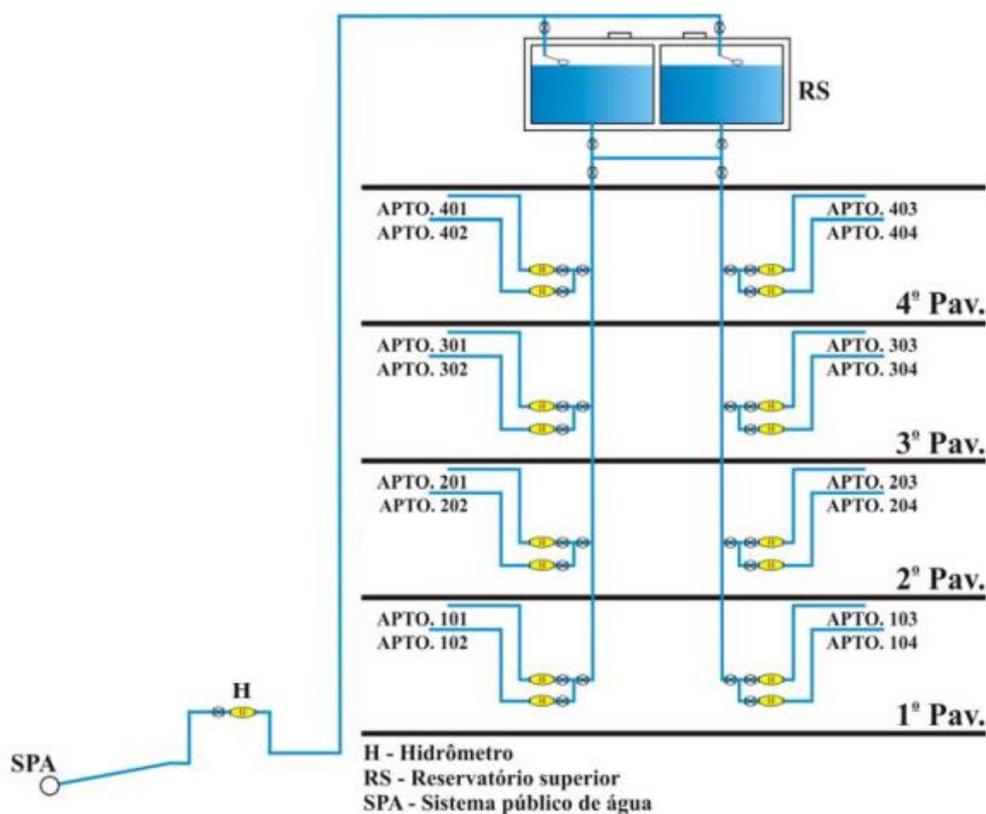


Figura 8 – Medidores distribuídos nos halls dos pavimentos

Fonte: PERES, 2006

O posicionamento dos hidrômetros no térreo apresenta como vantagem o fato de que a leitura do consumo fica facilitada para o funcionário da concessionária responsável. Como destacado por Dominiqueli (2007), esta opção mostra-se mais vantajosa para condomínios que contêm com mais de 80 unidades. Tem como grandes desvantagens a necessidade de construção de torres de considerável altura, como forma de garantir a pressão necessária nos pontos de utilização, e também a construção da rede de distribuição condominial de água (DOMINIQUELI, 2007). A Figura 9 indica esse sistema.

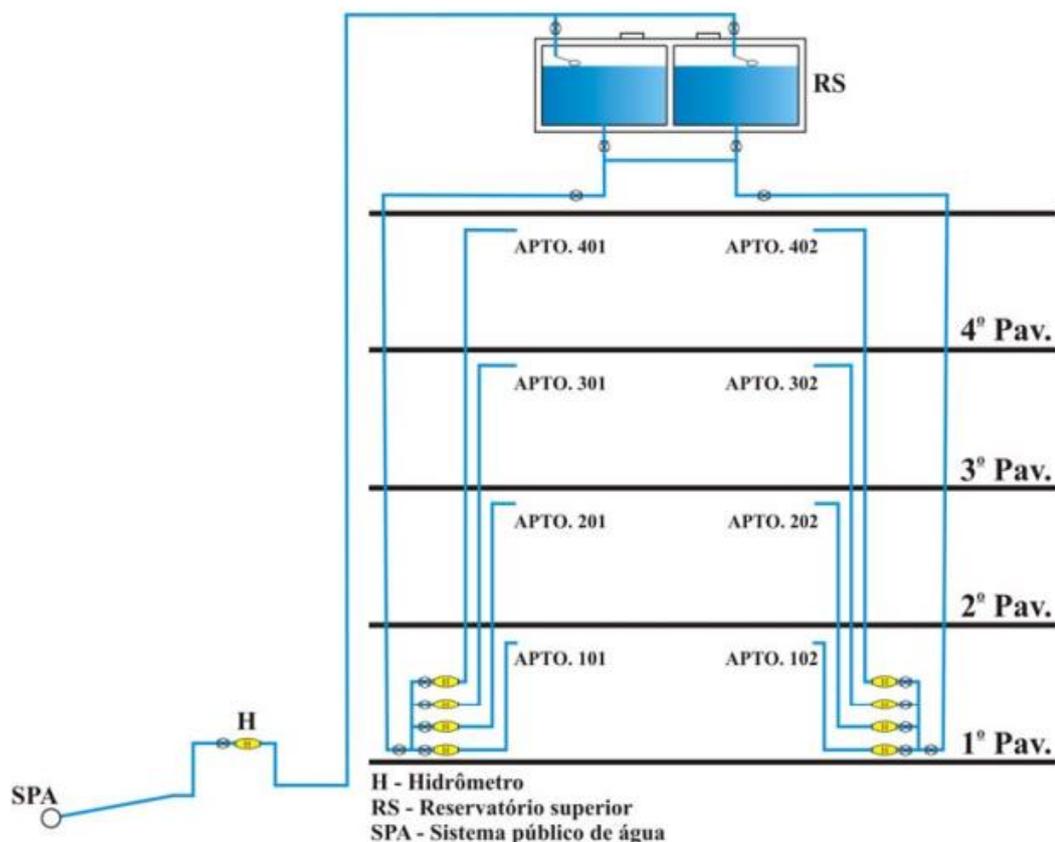


Figura 9 – Medidores posicionados no térreo da edificação

Fonte: PERES, 2006

2.3.2.2 Legislação

Em diversos países do mundo, tais como Alemanha e Portugal, o SMI já é utilizado há vários anos. No Brasil, grandes metrópoles como São Paulo e Recife já vêm utilizando esse sistema há um bom tempo tendo, inclusive, com apoio da ANA em sua aplicação (LIPPI, 2009). Com a aprovação da Lei Federal nº 13.312 (BRASIL, 2016) tornou-se obrigatória a medição individual de água em novos edifícios condominiais em todo território nacional. Entretanto, esta lei só entrou em vigor depois de cinco anos de sua publicação oficial e não abrangendo edificações mais antigas que ainda contam com o sistema de medição coletiva, dado que implicaria a construção de colunas específicas para hidrômetros individualizados ou

então na implantação desses medidores em cada ramal das colunas existentes, o que poderia tornar a adaptação muito onerosa para as partes envolvidas.

Dada a recente preocupação da população com questões de sustentabilidade, como a possível falta de água e problemas de tratamento de esgoto, a medição individualizada se tornou uma exigência de mercado nos novos empreendimentos. Assim, a demanda por projetos de mudança dos sistemas tradicionais de medição global para sistemas individualizados nos edifícios é cada vez maior. Dessa forma, as novas edificações condominiais adotarão padrões de sustentabilidade ambiental que garantam o uso racional da água.

3 METODOLOGIA

A metodologia para o desenvolvimento deste trabalho contempla a revisão bibliográfica dos principais assuntos relacionados ao tema. Com a leitura de diversos textos de normas, leis, teses, dissertações, artigos e textos em geral sobre sistemas de medição individualizada (SMI), houve a coleta e organização das informações para esclarecer as possibilidades disponíveis para que sejam avaliadas as formas de implantação dos mesmos e a viabilidade de cada um deles. Dessa forma, para obtenção dos resultados esperados foi feito um detalhamento sobre os sistemas de medição existentes, verificando os pontos positivos e negativos de cada sistema e suas interferências.

Após isto, foi realizado um estudo utilizando como base um conjunto de edifícios residenciais multifamiliares para que fossem feitas todas as observações referentes aos métodos de instalação do sistema de medição individualizada, bem como os impedimentos para a instalação do mesmo.

3.1 Área de estudo

O condomínio residencial Montreal é um condomínio localizado na Rua José Cleto, 427, no bairro Santa Cruz, do município de Belo Horizonte, Minas Gerais. O empreendimento é composto por 150 (cento e cinquenta) unidades de apartamentos residenciais, distribuídos em 11 (onze) blocos. A água é dividida dos blocos de 1 a 6, compreendendo 80 apartamentos, e de 7 a 11, contemplando outros 70 apartamentos. Cada unidade residencial é composta por uma sala de estar, três quartos, sendo um deles uma suíte, um banheiro social, cozinha e área de serviço, como mostrado na Figura 10.

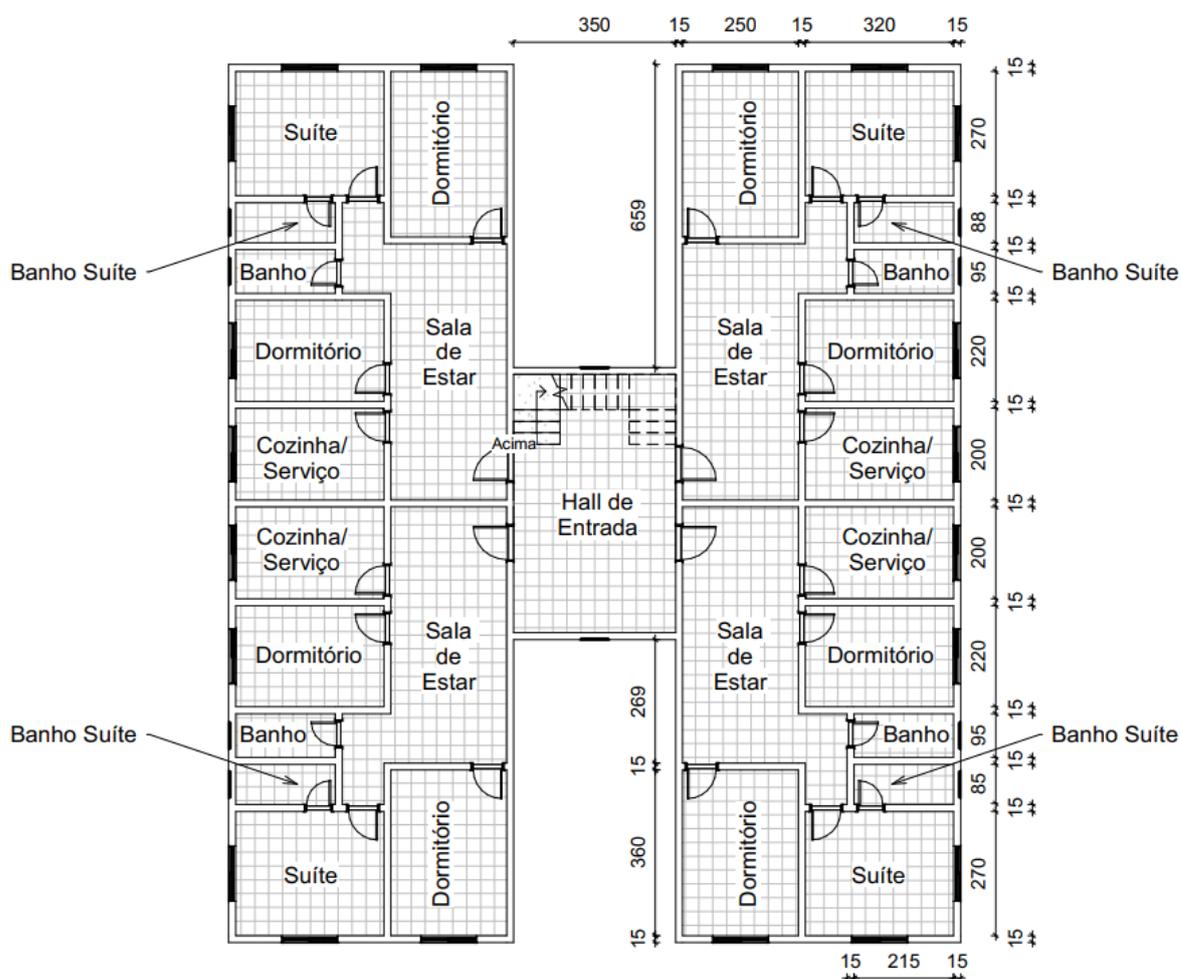


Figura 10 – Planta baixa do pavimento tipo

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

A análise se dará em torno do bloco 9, que possui cinco pavimentos, onde o primeiro pavimento serve como garagem e os demais abrigam os apartamentos, sendo quatro por andar, totalizando 16 apartamentos distribuídos em quatro pavimentos, que possuem consumo médio em torno de 350 m³ mensais. O reservatório é composto por dois reservatórios de fibra de 5.000 L cada, totalizando 10.000 L, que alimentam tanto o bloco 9 como o bloco 10, com sua localização indicada na Figura 11.

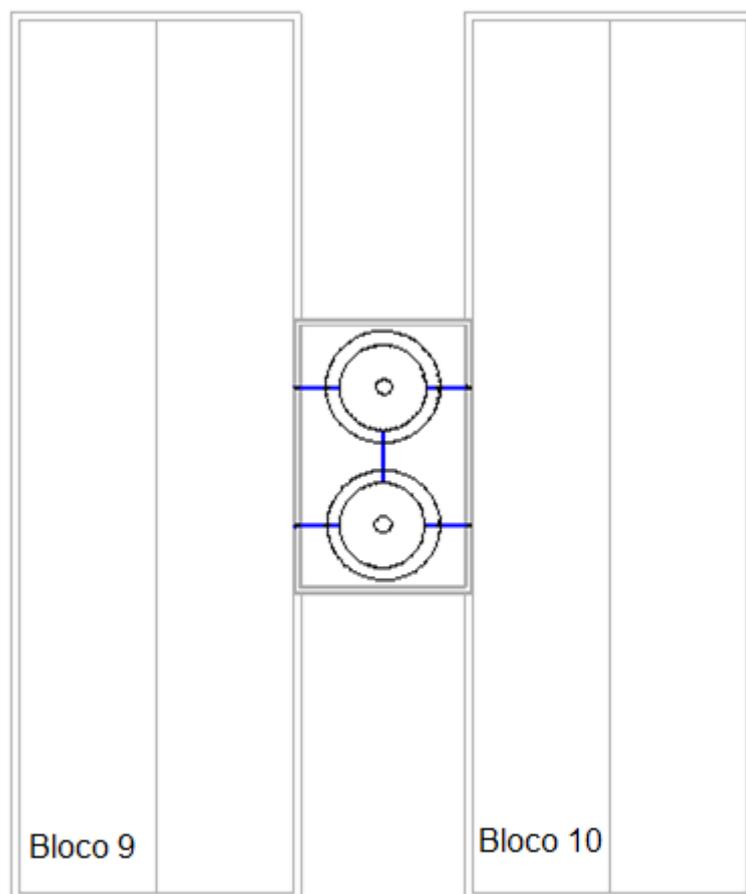


Figura 11 – Localização dos reservatórios

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Com a coleta dos dados necessários, foram elaborados três cenários utilizando medição individualizada de água, dimensionando os seus componentes e definindo seus traçados. Foram elaborados de acordo com a posição de instalação dos hidrômetros: posicionados no barrilete, no pavimento térreo e no *hall* dos apartamentos. Com os projetos concluídos, serão levantados os custos de todos os componentes dos sistemas para implementação dos cenários propostos, permitindo que se fizesse um comparativo econômico entre os sistemas de medição de água.

Ao fim do trabalho serão apresentados os resultados obtidos, indicando qual o melhor método para a edificação e demonstrando, a partir do comparativo

econômico, se a utilização do sistema de medição individualizada de água é realmente vantajosa.

3.2 Formulários

Para a realização deste projeto de adequação adotou-se o princípio que o projeto atual atende às normas de pressão necessária para todos os equipamentos. Os diâmetros das tubulações já existentes não foram modificados para não gerarem uma elevação no custo final da adequação devido às intervenções construtivas indispensáveis.

Para o projeto do SMI, foram apresentados apenas os cálculos de pressão para o chuveiro de um dos banheiros do quinto pavimento, localizado no ponto mais distante da tomada d'água, uma vez que a malha hidráulica é espelhada em todos os andares, não sendo necessário realizar os mesmos cálculos para os demais pontos de utilização. Ainda, como este é o ponto crítico de pressão, por apresentar a menor diferença de altura com a caixa d'água, também apresenta menor pressão disponível. Assim sendo, se este ponto atender o requisito mínimo de pressão, presume-se que todos os demais pontos estarão em conformidade.

Para o cálculo da vazão foi escolhido o método empírico dos pesos relativos, utilizando os valores apresentados na Tabela 2 e fazendo uso da Equação 1:

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

Onde:

Q = vazão estimada na seção (l/s) e

ΣP = soma dos pesos relativos das peças alimentadas pelo trecho considerado (adimensional).

Tabela 2 – Vazões de projeto e pesos relativos nos pontos de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de Projeto L/s	Peso Relativo
Bacia Sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,30
	Válvula de descarga	1,70	32,00
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,00
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,10
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,10
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,40
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,10
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,30	1,00
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,30
Mictório cerâmico	Com sifão integrado Válvula de descarga	0,50	2,80
	Sem sifão integrado Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,30
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,30
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,70
	Torneira elétrica	0,10	0,10
Tanque	Torneira	0,25	0,70
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,40

Fonte: Manual Técnico da Fabricante Tigre

A partir dos resultados encontrados através da somatória de pesos e utilizando-se o nomograma de pesos, vazões e diâmetros (Figura 12), foram dimensionados os

ramais, sub-ramais, colunas e barriletes. Com os valores obtidos para vazões e diâmetros, procedeu-se para o cálculo da velocidade do trecho analisado, fazendo uso da Equação 2:

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

Onde:

V = velocidade (m/s);

Q = vazão estimada (l/s) e

d = diâmetro interno da tubulação (mm).

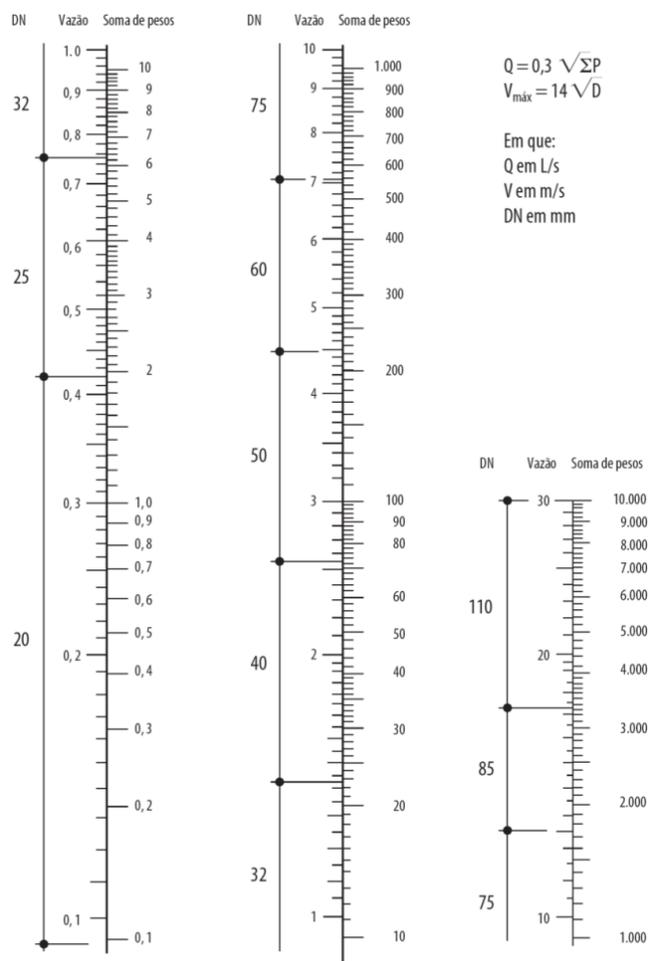


Figura 12 – Nomograma de pesos, vazões e diâmetros

Fonte: Manual Técnico da Fabricante Tigre

Para o cálculo da perda de carga, a norma ABNT NBR – 5.626:2020 observa que pode ser utilizada tanto a equação universal de perda de carga, quanto equações empíricas, desde que se adote a mais adequada para o material e o diâmetro do trecho de tubulação. Assim, como destacado por Azevedo Netto (2018), para tubos de pequenos diâmetros (12 a 50 mm) pode-se aplicar a equação de Fair-Whipple-Hsiao de perda de carga unitária. Para tubos lisos (plástico, cobre ou ligas de cobre) a fórmula é dada pela Equação 3:

$$J = 8,69 \times 106 \times Q^{1,75} \times d^{-4,75} \quad (3)$$

Onde:

J = perda de carga unitária (kPa/m);

Q = vazão (l/s) e

d = diâmetro interno da tubulação (mm).

A perda de carga total (ΔH) é determinada multiplicando-se o valor de J pelo comprimento total do trecho, em que o comprimento total é a soma do comprimento real do trecho analisado e o comprimento equivalente das conexões utilizadas (Equação 4).

$$\Delta H = J \times L \quad (4)$$

Onde:

ΔH = perda de carga (kPa);

L = é o comprimento da tubulação somado ao comprimento equivalente de cada conexão (m) e

J = perda de carga unitária (kPa/m).

Os valores de comprimento equivalente podem ser encontrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Perda de carga localizadas - Sua equivalência em metros de tubulação de PVC rígido

Perda de Carga Localizada															
DE (mm)	DI (mm)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva Longa 90°	Curva Longa 45°	Tê 90° Passagem Direta	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	17	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	21,6	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	27,8	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	3,8	5,8	15	0,3	8,4
40	35,2	2	1	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	4,9	7,4	22	0,4	10,5
50	44	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1	2,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17
60	53,4	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
75	66,6	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	8,2	12,5	38	0,9	19
85	75,6	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8	8	2	3,7	9,3	14,2	40	0,9	20
110	97,8	4,3	1,9	1,6	1	2,6	8,3	8,3	2,2	4	10,4	16	42,3	1	22,1

Fonte: Adaptado do Manual Técnico da Fabricante Tigre

Já a perda de carga em hidrômetros pode ser estimada empregando-se a Equação 5:

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{m\acute{a}x})^{-2} \quad (5)$$

Onde:

Δh : perda de carga no hidrômetro (kPa);

Q: vazão estimada (l/s) e

$Q_{m\acute{a}x}$: vazão máxima especificada pelo hidrômetro (m³/h).

Todo hidrômetro apresenta uma curva de perda de carga de acordo com a vazão da água que passa através dele, sendo esta curva disponibilizada pelo fabricante, e que deve ser utilizada durante a elaboração de um projeto de instalações hidráulicas para a correta especificação do hidrômetro. Quando não é possível acessar as informações do fabricante a respeito da perda de carga dos hidrômetros, pode-se tomar como base a portaria do INMETRO nº 246 de 17 de outubro de 2000, que define as condições a que os hidrômetros devem satisfazer uma vazão nominal de 0,6 m³/h a 15 m³/h. Como destacado por esta portaria, a perda de carga não deve ultrapassar 0,025 MPa (2,5 m.c.a.) na vazão nominal e 0,1 MPa (10 m.c.a.) na vazão máxima do hidrômetro. A Figura 13 mostra a representação gráfica das perdas de carga máxima admissíveis para os hidrômetros de acordo com a portaria do INMETRO.

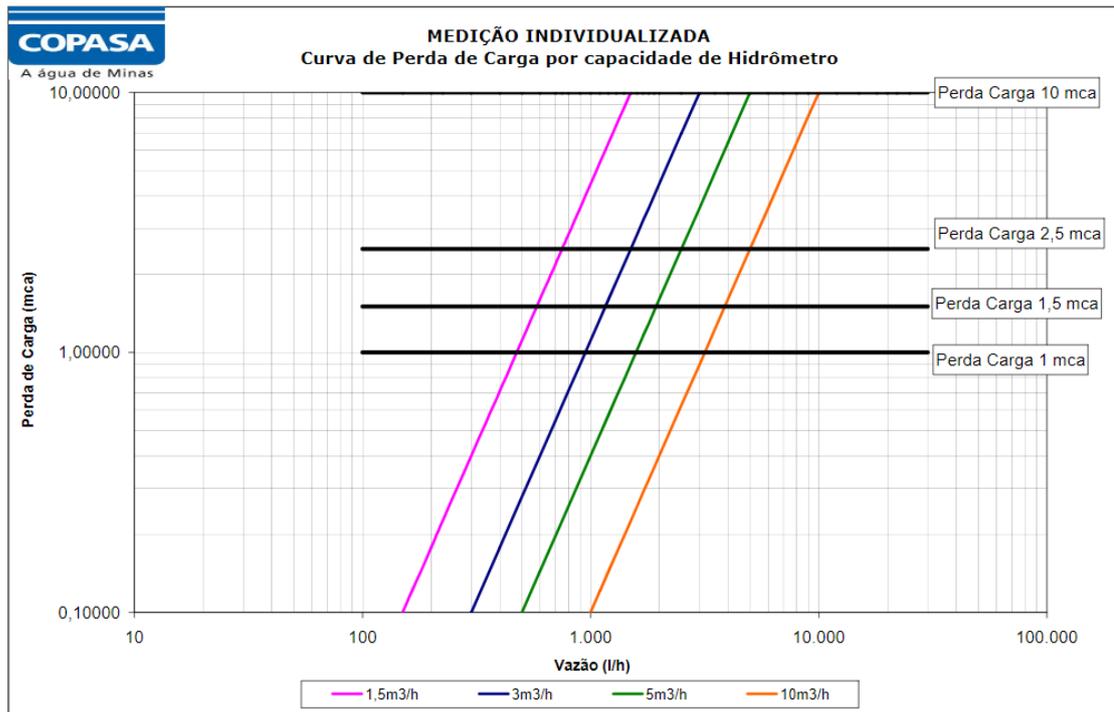


Figura 13 – Curva de perda de carga em hidrômetros

Fonte: Cartilha da COPASA sobre medição individualizada, 2016.

Para determinar a perda de carga em válvulas de pressão (torneiras e registros de pressão) utiliza-se a Equação 6 e para determinar o valor do coeficiente K de perda de carga, pode-se utilizar a Tabela 4, que está presente na ABNT NBR 15704-1:2011: Registro – Requisitos e métodos de ensaio – Parte 1: Registro de pressão.

$$hf = 8 \times 10^6 \times \left(\frac{K \times Q}{\pi \times D^2} \right)^2 \quad (6)$$

Onde:

hf = perda de carga (kPa);

K = coeficiente de perda de carga;

Q = vazão (l/s) e

D – diâmetro (mm).

Tabela 4 – Valores máximos de coeficiente K da perda de carga

Diâmetro nominal DN	Diâmetro externo DE	Valores de K	Faixa de vazão para determinação de K L/s
15	20	45	0,25 ± 0,05
20	25	40	0,5 ± 0,10
25	32	32	0,85 ± 0,25

Fonte: ABNT NBR 15704-1 (2011).

O material adotado para as tubulações e para as conexões necessárias foi o PVC do tipo soldável, enquanto os registros de gaveta foram os forjados em latão. Foram utilizados hidrômetros do tipo multijato com a vazão máxima de 5 m³/h afim de suportarem a demanda necessária. O cálculo foi realizado subdividindo em cinco partes o trecho de saída dos reservatórios superiores até o chuveiro do quinto pavimento, em todos os três cenários.

3.3 Estimativa de custos

Para o projeto de adequação, foram confeccionadas três planilhas orçamentárias contendo o material gasto para os projetos dos SMI com os devidos preços consultados no Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI). A publicação ocorre mensalmente, sendo de responsabilidade da Caixa Econômica Federal (CEF) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), contendo os preços de materiais, mão-de-obra, equipamentos, custos de serviços, projetos e índices da construção. Para esse estudo foram utilizadas as planilhas do mês de março de 2022.

4 RESULTADOS

4.1 Aplicação dos cálculos

A partir da aplicação das fórmulas e das tabelas apresentadas no item anterior, é possível determinar os valores de vazão, velocidade e perda de carga dos trechos desejados, para assim, definir se o projeto está de acordo com a norma.

4.1.1 Dimensionamento com hidrômetros no *hall* de entrada dos apartamentos

Tendo os trechos sido divididos e utilizando as fórmulas e tabelas indicadas, foi gerada uma tabela apresentando a perda de carga para cada trecho e conseqüentemente a perda de carga total. Para o primeiro cenário, a subdivisão dos trechos analisados é apresentada na Figura 14, com o hidrômetro posicionado no ponto B.

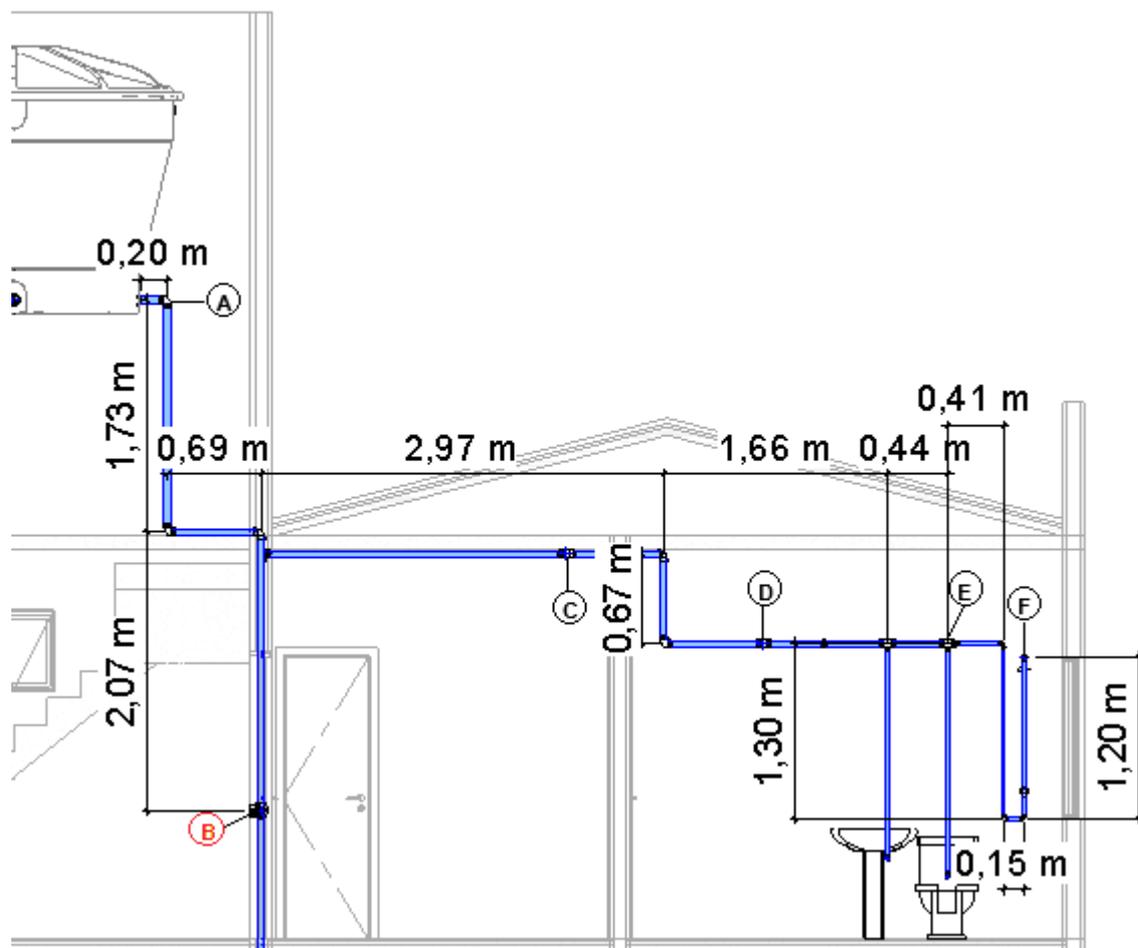


Figura 14 – Subdivisão dos trechos para o primeiro cenário

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Para a determinação dos pesos em cada trecho foram considerados os seguintes equipamentos:

- **Trecho A-B:** 8 bacias sanitárias com caixa de descarga, 8 chuveiros elétricos, 8 lavatórios, 4 pias com torneira (água fria) e 4 tanques;
- **Trecho B-C:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos e 2 lavatórios, 1 pia com torneira (água fria) e 1 tanque;
- **Trecho C-D:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos, 2 lavatórios, 1 pia com torneira (água fria) e 1 tanque;
- **Trecho D-E:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos e 2 lavatórios e

- **Trecho E-F:** 1 chuveiro elétrico.

As conexões consideradas para o cálculo dos comprimentos equivalentes por trecho são descritas a seguir:

- **Trecho A-B:** 3 joelhos de 90°;
- **Trecho B-C:** 1 Tê Saída de Lado, 1 Registro de Gaveta, 2 joelhos de 90° e 1 hidrômetro;
- **Trecho C-D:** 4 joelhos de 90°, 1 Tê Passagem Direta e 1 joelho de 45°;
- **Trecho D-E:** 1 joelho de 90°, 2 Tês Passagem Direta, 1 Tê Saída de Lado e 1 registro de gaveta e
- **Trecho E-F:** 4 joelhos de 90° e 1 registro de pressão.

A Tabela 5 apresenta os resultados de dimensionamento encontrados para o primeiro cenário.

Tabela 5 – Planilha de dimensionamento com hidrômetros no hall de entrada dos apartamentos

Planilha Dimensionamento - Projeto 01 - <i>Hall</i> de Entrada dos Apartamentos													
Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga				
						Real	Equiv.	Total	Unit.	Total	Registros	Hidrômetro	
A - B	11,20	1,00	50,00	0,66	2,94	4,27	9,60	13,87	0,014	0,193			
B - C	2,80	0,50	50,00	0,33	2,94	4,32	14,40	18,72	0,004	0,078		1,32	
C - D	2,80	0,50	50,00	0,33	2,94	3,63	16,30	19,93	0,004	0,083			
D - E	1,40	0,35	50,00	0,23	2,94	2,20	15,60	17,80	0,002	0,040			
E - F	0,10	0,09	25,00	0,26	2,06	2,73	4,80	7,53	0,007	0,050	1,21		
									Σ ΔH		2,973		

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

4.1.2 Dimensionamento com hidrômetros junto à saída do barrilete

Prosseguindo para o próximo cenário, foi gerada novamente uma tabela apresentando a perda de carga para cada trecho e consequentemente a perda de carga total. Para o segundo cenário, a subdivisão dos trechos analisados é apresentada na Figura 15, com o hidrômetro posicionado no ponto B.

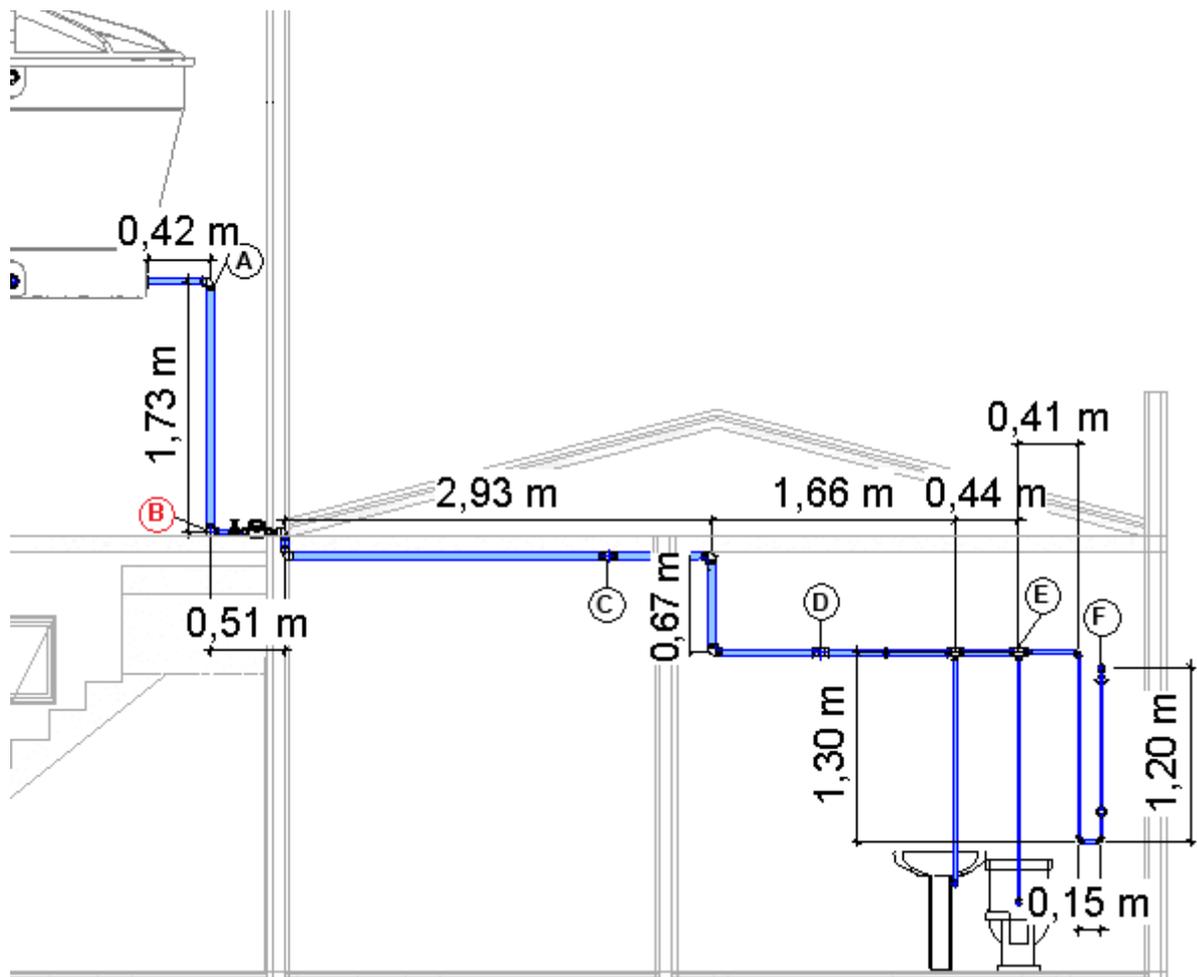


Figura 15 – Subdivisão dos trechos para o segundo cenário

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Para a determinação dos pesos em cada trecho foram considerados os seguintes equipamentos:

- **Trecho A-B:** 8 bacias sanitárias com caixa de descarga, 8 chuveiros elétricos, 8 lavatórios, 4 pias com torneira (água fria) e 4 tanques;
- **Trecho B-C:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos e 2 lavatórios, 1 pia com torneira (água fria) e 1 tanque;
- **Trecho C-D:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos, 2 lavatórios, 1 pia com torneira (água fria) e 1 tanque;
- **Trecho D-E:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos e 2 lavatórios e
- **Trecho E-F:** 1 chuveiro elétrico.

As conexões consideradas para o cálculo dos comprimentos equivalentes por trecho são descritas a seguir:

- **Trecho A-B:** 2 joelhos de 90°;
- **Trecho B-C:** 1 Tê Saída de Lado, 1 Registro de Gaveta, 3 joelhos de 90° e 1 hidrômetro;
- **Trecho C-D:** 3 joelhos de 90°, 1 Tê Passagem Direta e 1 joelho de 45°;
- **Trecho D-E:** 1 joelho de 90°, 2 Tês Passagem Direta, 1 Tê Saída de Lado e 1 registro de gaveta e
- **Trecho E-F:** 4 joelhos de 90° e 1 registro de pressão.

A Tabela 6 apresenta os resultados de dimensionamento encontrados para o segundo cenário.

Tabela 6 – Planilha de dimensionamento com hidrômetros junto à saída do barrilete

Planilha Dimensionamento - Projeto 02 - Saída do Barrilete												
Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga			
						Real	Equiv.	Total	Unit.	Total	Registros	Hidrômetro
A - B	11,20	1,00	50,00	0,66	2,94	2,01	6,40	8,41	0,014	0,117		
B - C	2,80	0,50	50,00	0,33	2,94	3,07	17,60	20,67	0,004	0,086		1,32
C - D	2,80	0,50	50,00	0,33	2,94	3,46	13,10	16,56	0,004	0,069		
D - E	1,40	0,35	50,00	0,23	2,94	2,20	15,60	17,80	0,002	0,040		
E - F	0,10	0,09	25,00	0,26	2,06	2,73	4,80	7,53	0,007	0,050	1,21	
									Σ ΔH		2,891	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

4.1.3 Dimensionamento com hidrômetros no *hall* do edifício

Para o último cenário foi também gerada uma tabela apresentando a perda de carga para cada trecho e conseqüentemente a perda de carga total. Para o terceiro cenário, a subdivisão dos trechos analisados é apresentada na Figura 16, com o hidrômetro posicionado no ponto B.

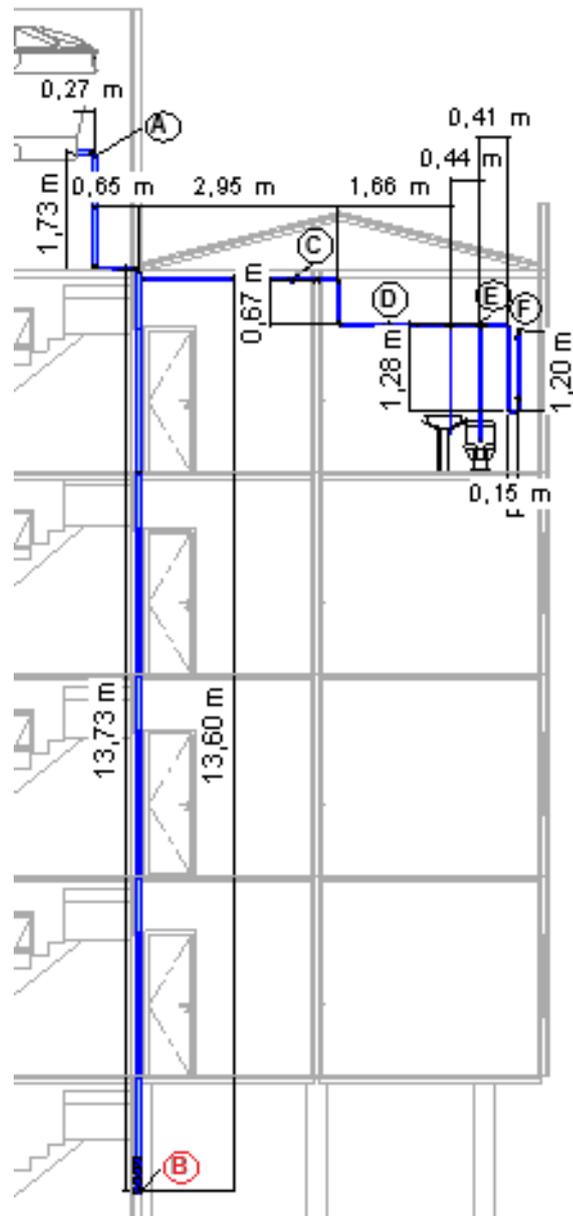


Figura 16 – Subdivisão dos trechos para o terceiro cenário

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

Para a determinação dos pesos em cada trecho foram considerados os seguintes equipamentos:

- **Trecho A-B:** 8 bacias sanitárias com caixa de descarga, 8 chuveiros elétricos, 8 lavatórios, 4 pias com torneira (água fria) e 4 tanques;
- **Trecho B-C:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos e 2 lavatórios, 1 pia com torneira (água fria) e 1 tanque;
- **Trecho C-D:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos, 2 lavatórios, 1 pia com torneira (água fria) e 1 tanque;
- **Trecho D-E:** 2 bacias sanitárias com caixa de descarga, 2 chuveiros elétricos e 2 lavatórios e
- **Trecho E-F:** 1 chuveiro elétrico.

As conexões consideradas para o cálculo dos comprimentos equivalentes por trecho são descritas a seguir:

- **Trecho A-B:** 3 Tês Passagem Direta e 3 joelhos de 90°;
- **Trecho B-C:** 4 joelhos de 90°, 1 Registro de Gaveta e 1 hidrômetro;
- **Trecho C-D:** 3 joelhos de 90°, 1 Tê Passagem Direta e 1 joelho de 45°;
- **Trecho D-E:** 1 joelho de 90°, 2 Tês Passagem Direta, 1 Tê Saída de Lado e 1 registro de gaveta e
- **Trecho E-F:** 4 joelhos de 90° e 1 registro de pressão.

A Tabela 7 apresenta os resultados de dimensionamento encontrados para o terceiro cenário.

Tabela 7 – Planilha de dimensionamento com hidrômetros no hall de entrada do edifício

Planilha Dimensionamento - Projeto 03 - <i>Hall</i> de Entrada do Edifício												
Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Diâmetro (mm)	Velocidade (m/s)	Velocidade limite (m/s)	Comprimento (m)			Perda de carga			
						Real	Equiv.	Total	Unit.	Total	Registros	Hidrômetro
A - B	11,20	1,00	50,00	0,66	2,94	15,83	16,20	32,03	0,014	0,446		
B - C	2,80	0,50	50,00	0,33	2,94	16,00	13,50	29,50	0,004	0,122		1,32
C - D	2,80	0,50	50,00	0,33	2,94	3,59	13,10	16,69	0,004	0,069		
D - E	1,40	0,35	50,00	0,23	2,94	2,20	15,60	17,80	0,002	0,040		
E - F	0,10	0,09	25,00	0,26	2,06	2,73	4,80	7,53	0,007	0,050	1,21	
									Σ ΔH		3,258	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022

4.1.4 Discussão dos resultados

A partir da análise dos resultados obtidos através do dimensionamento nos três cenários propostos, constatou-se que o cenário com a menor perda de carga é o que possui hidrômetros junto à saída do barrilete, tendo um valor de 2,891 m.c.a., embora a diferença para o cenário com os hidrômetros no *hall* dos apartamentos, que apresenta um valor de 2,973 m.c.a., seja mínima. Comparativamente, Moraes e Cauduro (2018) mostram em seu trabalho que o posicionamento dos hidrômetros no *hall* dos apartamentos é o que apresenta a menor perda de carga, enquanto quando foram posicionados junto à saída do barrilete, a perda de carga apresentou um valor quase duas vezes e meia maior. Da mesma forma, Neves (2017) apresenta em seu trabalho um resultado semelhante no que diz respeito a qual cenário possui menor perda de carga, com o posicionamento no *hall* de entrada possuindo a menor perda de carga, cujo valor é cerca de 18% menor que os apresentados quando os hidrômetros foram posicionados junto à saída do barrilete.

Deste modo, e sabendo que o desnível geométrico da tomada d'água até o chuveiro do quinto pavimento é de 2,50 metros, a pressão disponível é de 0,391 m.c.a., não satisfazendo o mínimo previsto pela ABNT NBR 5.626:2020. Logo, faz-se necessário adotar alguma providência para o aumento da pressão. Segundo Carvalho Júnior (2017), duas possíveis soluções aplicáveis para este caso seriam a elevação do nível do reservatório ou a instalação de um pressurizador no sistema de distribuição de água. Outra possível alternativa seria o aumento do diâmetro da tubulação, juntamente com a substituição dos joelhos por curvas de raio longo (BOTELHO, 2010). Considerando as três soluções possíveis tem-se que:

- Elevar a caixa d'água para aumentar a pressão estática disponível: sendo a solução mais simples, porém inviável para este projeto, levando em conta que a edificação já está construída e possui um espaço de apenas 40cm para elevação do reservatório, não sendo o suficiente para alcançar a pressão necessária;
- Aumentar o diâmetro da tubulação e substituir joelhos por curvas de raio longo: como é um projeto de adequação, é desaconselhável a

implementação desse tipo de alteração pelo encarecimento dos materiais e da mão de obra da intervenção prevista. Além disso, o aumento do diâmetro não resolveria o problema da pressão disponível e

- Utilizar pressurizadores: única opção viável para este caso pois acaba se tornando mais prático que as outras opções e também é torna possível que se atinja a pressão necessária no sistema, além do custo reduzido e pouca necessidade de manutenção.

Os cálculos implementando a solução proposta não foram realizados, pois este não era o escopo deste trabalho. Os custos envolvidos para realizar a instalação de pressurizadores na rede de distribuição podem apresentar alguma variação, como pode ser visto nos trabalhos de Pedroso (2017) e Dragone (2017), cujos valores representaram uma elevação no custo total de 8,71% e 22,91%, respectivamente, em relação ao custo total de implantação do SMI.

4.2 Análise de custos

Para comparação e análise dos projetos foi elaborada uma tabela orçamentária feita a partir dos quantitativos de peças e tubulações utilizadas em cada cenário, baseada na tabela SINAPI, incluindo os custos de cada elemento e também de sua instalação. As tabelas podem ser vistas nos Apêndices A, B e C. Neste levantamento de custos não foram consideradas eventuais obras necessárias como forros, *shafts* e demais intervenções para a adequação das instalações de água fria.

Dessa forma, os custos totais para a instalação do projeto com hidrômetros posicionados no *hall* de entrada dos apartamentos, do projeto com hidrômetros junto à saída do barrilete e do projeto com hidrômetros posicionados no *hall* de entrada do edifício são, respectivamente, R\$ 19.205,64, R\$ 19.293,20 e R\$ 25.125,99. Tais resultados corroboram com os encontrados nos trabalhos de Neves (2017) e de Moraes e Cauduro (2018), nas quais, numa comparação considerando diferentes posições dos hidrômetros, constataram que o cenário que apresentou os menores custos de implantação também foi o de posicionamento dos hidrômetros no hall de entrada dos apartamentos. Assim, os cenários que apresentaram as menores

perdas de carga também foram aqueles que tiveram os menores custos estimados para implantação, embora, neste caso, o primeiro cenário tenha tido um valor menor que o segundo, ainda que a diferença seja mínima, sendo este um fator favorável à sua escolha.

5 CONCLUSÃO

Para o trabalho em questão foram avaliados três projetos com diferentes escolhas de traçado referentes à posição dos hidrômetros de medição individualizada do sistema de abastecimento de água da edificação. Através da revisão bibliográfica obteve-se o embasamento necessário para a realização deste trabalho e consequente obtenção dos resultados.

A individualização na medição de água em edifícios residenciais multifamiliares tem como principal característica garantir a cobrança justa do uso de água para cada morador, dado que é comprovado que a cobrança coletiva faz com que aqueles que consomem menos paguem o mesmo valor que aqueles que tem um consumo elevado. Além disso, ocasiona o consumo consciente de água e a diminuição de consumo por parte dos habitantes. Tal economia contribuiria tanto pelo retorno do investimento realizado na implementação do SMI, como também, com a redução dos gastos do condomínio após o tempo de retorno, beneficiando, desta forma, o próprio condomínio.

O dimensionamento do SMI seguiu a norma específica e baseou-se em projetos com sistemas similares já existentes. Sendo feita a quantificação dos materiais escolhidos, o custo para a instalação do projeto com hidrômetros posicionados no *hall* de entrada dos apartamentos e do projeto com hidrômetros junto à saída do barrilete ficou em torno de R\$ 19.200,00, enquanto que para o projeto com hidrômetros posicionados no *hall* de entrada do edifício ficou cerca de 30% maior, ficando em torno de R\$ 25.000,00. Tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista econômico, os dois primeiros cenários apresentam os melhores resultados. Para a edificação em estudo, a instalação que apresentou as maiores vantagens foi a com os hidrômetros posicionados no *hall* de entrada dos apartamentos. Além dos fatores econômico e técnico, que incluem a posição dos hidrômetros, a escolha do traçado da instalação hidráulica e o cálculo da sua perda de carga, o posicionamento dos medidores nos *halls* dos andares facilita a leitura dos hidrômetros se comparado com os medidores posicionados junto ao barrilete.

Como o objetivo principal era verificar se a aplicação de um projeto de adequação de medição de água é viável ou não para o edifício proposto, pode-se concluir que o objetivo geral e os específicos foram alcançados.

Para trabalhos futuros recomenda-se a realização de novos cálculos considerando a solução proposta para mitigar o problema da falta de pressão nos chuveiros. Uma análise técnica e mais precisa dos sistemas de medição remota também fica como sugestão.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil / Agência Nacional de Águas**. - Brasília: ANA, p. 75, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente - Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15704-1: Registro – Requisitos e métodos de ensaio – Parte1: Registros de Pressão**. Rio de Janeiro, 2011.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de hidráulica**. 9.^a ed. – São Paulo: Blucher, 2018. 669 p.

BARRETO, D. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. *Revista Ambiente Construído*, Porto Alegre. 8, 2008.

BOTELHO, M. H. C.; JÚNIOR, G. A. R. **Instalações hidráulicas prediais: Usando Tubos de PVC e PPR**. 3.^a ed. – São Paulo: Blucher, 2010.

BRASIL. **Lei nº 13.312 de 12 de julho de 2016**. Altera a Lei n. 11.455 de 05 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13312.htm>. Acesso em 25/06/2019

BRASIL. Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Abastecimento de Água - 2020. Brasília: SNIS, 2020

BUSSOLO, R. D. S. Comparativo executivo e econômico de medição coletiva e individual de água em edifícios residenciais multifamiliares. Monografia (Trabalho de Final de Curso em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina, 2010. 83p.

CARVALHO, W.F. Medição individualizada de água em apartamentos. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2010. 109p.

CARVALHO JÚNIOR, R. D. Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura. 11.^a ed. - São Paulo: Blucher, 2017

CESAR, B. S. S. G. Diagnóstico do Perfil de Consumo e Proposta de Plano de Contingência para Edifícios Residenciais em Cenários de Crise Hídrica – Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2016. IX, 96p.

COELHO, A.C.; MAYNARD, J.C.B. Medição Individualizada de Água em Apartamentos. Recife, Pernambuco, Ed. Comunicarte, 1999. 172p.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS - COPASA. Cartilha medição individualizada. 2016

CREDER, H. Instalações hidráulicas e sanitárias – 6.ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2012 il.

DOMINIQUELI, W. H. Medição individualizada de água em habitações de interesse social – HIS. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e

Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios. São Paulo, 2007. 152p.

DRAGONE, L. H. **Estudo para viabilidade de individualização da medição de água em um edifício vertical**. Orientadora: Andréa Holz Pfutzenreuter. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico de Joinville, Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. 64 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/181764?show=full>>. Acesso em: 23/09/2021

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

GAMEIRO, A. G. F. **Avaliação de métodos de determinação de consumo de água potável e de dimensionamento de Hidrômetro: Estudo de Caso em Londrina / PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, 2007. 155 p.

ILHA, M.S.D.O.; GONÇALVES, O.M. **Sistemas Prediais de Água Fria**. 113 p. Escola Politécnica da USP, São Paulo, 1994.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000**.

LIMA, B. C. et al. **Sistema de medição individualizada de água: Estudo de caso de edifício comercial em São Paulo**. Artigo divulgado na REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil. V. 11, n. 3, 2016.

LIPPI, L.L. **Sistema de individualização do consumo de água predial**. Orientadora: José Carlos de Melo Bernardino. TCC (Graduação) – Curso de

Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2009. 60 p. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/6259054-Universidade-anhembi-morumbi-lucas-lucinio-lippi-sistema-de-individualizacao-do-consumo-de-agua-predial.html>> Acesso em: 25/09/2021

MANUAL TÉCNICO TIGRE: Orientações Técnicas Sobre Instalações Hidráulicas Prediais/ Tigre S. A. – Joinville: Tigre, 2010. 188 p. :il.

MATOS, M. F. Proposta de requisitos de reprojeto para implementação do sistema de medição individual de água em condomínios verticais. Dissertação de mestrado. Florianópolis, 2003

MORAES, M. H. S.; CAUDURO, F. Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica dos Métodos de Medição do Consumo de Água em Edificações Multifamiliares de padrão Baixo, Normal e Alto. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/6305/1/M%C3%A1rioHenriqueSpacekMoraes.pdf>, Acesso em 05/03/22.

NEVES, G. F. Comparativo econômico de medição individual de água com a utilização de hidrômetros em diferentes posições em um prédio multifamiliar. Orientadora: Rutineia Tassi. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2017. 85 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323991171_COMPARATIVO_ECONOMIC_O_DE_MEDICAO_INDIVIDUAL_DE_AGUA_COM_A_UTILIZACAO_DE_HIDROMETROS_EM_DIFERENTES_POSICOES_EM_UM_PREDIO_MULTIFAMILIAR. Acesso em: 25/09/2021

ONU. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1992: Rio de Janeiro). Agenda 21, 1992.

PEDROSO, P. **Adaptações hidrossanitárias em edificações existentes para a individualização dos hidrômetros.** Orientadora: Rutineia Tassi. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2017. 53 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/323991939_ADAPTACOES_HIDROSSANITARIAS_EM_EDIFICACOES_EXISTENTES_PARA_A_INDIVIDUALIZACAO_DOS_HIDROMETROS. Acesso em: 23/02/2022

PERES, A. R.B. **Avaliação durante operação de sistemas de medição individualizada de água em edifícios residenciais.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2006.

ROCHA, A. L. **Perfil de consumo de água de uma habitação unifamiliar.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20 p., 1999. Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES, 1999.

ROZAS, N.; PRADO, R. T. A. **Implantação de sistemas de leitura automática de medidores de insumos prediais.** Dissertação (Mestrado) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002. 157p.

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.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. 173p.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água.** 3.ed. São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica de São Paulo, 2006.

YAMADA, E. S.; PRADO, R. T. A.; IOSHIMOTO, E. **Os impactos do sistema individualizado de medição de água.** EPUSP, São Paulo, 2001. 17 p.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Planilha de custos para hidrômetros no *hall* de entrada dos apartamentos

Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo
Acessórios					
95675	HIDRÔMETRO DN 25 5,0 M ³ /H FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 212,37	R\$ 3.397,92
89972	KIT DE REGISTRO DE GAVETA BRUTO DE LATÃO ¾", INCLUSIVE CONEXÕES, ROSCÁVEL, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA FRIA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 59,34	R\$ 949,44
Conexões					
	BUCHA DE REDUÇÃO CURTA, PVC, SOLDÁVEL 32X25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 5,40	R\$ 172,80
	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SOLDÁVEL 50X25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 12,63	R\$ 202,08
	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SOLDÁVEL 50X32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	20	unid.	R\$ 14,22	R\$ 284,40
89502	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 17,17	R\$ 549,44
89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	144	unid.	R\$ 14,67	R\$ 2.112,48
	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL 50X32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	12	unid.	R\$ 30,00	R\$ 360,00
89625	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 23,66	R\$ 757,12

Continua

APÊNDICE A – Planilha de custos para hidrômetros no *hall* de entrada dos apartamentos

Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo
Tubos					
91786	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 32 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL OU RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	4,81	m	R\$ 31,58	R\$ 151,90
91788	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 50 MM (INSTALADO EM PRUMADA), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	211,19	m	R\$ 48,62	R\$ 10.268,06
Custo Total					R\$ 19.205,64

APÊNDICE B – Planilha de custos para hidrômetros junto à saída do barrilete

Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo
Acessórios					
95675	HIDRÔMETRO DN 25 5,0 M ³ /H FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 212,37	R\$ 3.397,92
89972	KIT DE REGISTRO DE GAVETA BRUTO DE LATÃO ¾", INCLUSIVE CONEXÕES, ROSCÁVEL, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA FRIA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 59,34	R\$ 949,44
Conexões					
	BUCHA DE REDUÇÃO CURTA, PVC, SOLDÁVEL 32X25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 5,40	R\$ 172,80
	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SOLDÁVEL 50X25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 12,63	R\$ 202,08
	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SOLDÁVEL 50X32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	20	unid.	R\$ 14,22	R\$ 284,40
89502	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 17,17	R\$ 549,44
89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	142	unid.	R\$ 14,67	R\$ 2.083,14
	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL 50X32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	12	unid.	R\$ 30,00	R\$ 360,00
89625	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 23,66	R\$ 757,12

Continua

APÊNDICE B – Planilha de custos para hidrômetros junto à saída do barrilete

Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo
Tubos					
91786	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 32 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL OU RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	3	m	R\$ 31,58	R\$ 94,74
91788	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 50 MM (INSTALADO EM PRUMADA), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	214,77	m	R\$ 48,62	R\$ 10.442,12
				Custo Total	R\$ 19.293,20

APÊNDICE C – Planilha de custos para hidrômetros no *hall* de entrada do edifício

Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo
Acessórios					
95675	HIDRÔMETRO DN 25 5,0 M ³ /H FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 212,37	R\$ 3.397,92
89972	KIT DE REGISTRO DE GAVETA BRUTO DE LATÃO ¾", INCLUSIVE CONEXÕES, ROSCÁVEL, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA FRIA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 59,34	R\$ 949,44
Conexões					
	BUCHA DE REDUÇÃO CURTA, PVC, SOLDÁVEL 32X25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 5,40	R\$ 172,80
	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SOLDÁVEL 50X25MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	16	unid.	R\$ 12,63	R\$ 202,08
	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SOLDÁVEL 50X32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	20	unid.	R\$ 14,22	R\$ 284,40
89502	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 17,17	R\$ 549,44
89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	144	unid.	R\$ 14,67	R\$ 2.112,48
	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL 50X32MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	12	unid.	R\$ 30,00	R\$ 360,00
89625	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	32	unid.	R\$ 23,66	R\$ 757,12

Continua

APÊNDICE C – Planilha de custos para hidrômetros no *hall* de entrada do edifício

Código	Descrição	Quantidade	Unidade	Custo Unitário	Custo
Tubos					
91786	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 32 MM (INSTALADO EM RAMAL, SUB-RAMAL OU RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	4,16	m	R\$ 31,58	R\$ 131,37
91788	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) DO SERVIÇO DE INSTALAÇÃO DE TUBOS DE PVC SOLDÁVEL, ÁGUA FRIA, DN 50 MM (INSTALADO EM PRUMADA), INCLUSIVE CONEXÕES, CORTES E FIXAÇÕES, PARA PRÉDIOS	333,38	m	R\$ 48,62	R\$ 16.208,94
				Custo Total	R\$ 25.125,99