



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E
QUENTE COM MEDIÇÃO COLETIVA E INDIVIDUAL**

PEDRO AURÉLIO DE SOUSA BARBOSA

UBERLÂNDIA
DEZEMBRO 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA E
QUENTE COM MEDIÇÃO COLETIVA E INDIVIDUAL**

PEDRO AURÉLIO DE SOUSA BARBOSA
PROF. DR. ANDRÉ LUIZ DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Engenharia Civil da Universidade
Federal de Uberlândia como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

UBERLÂNDIA
DEZEMBRO 2017

Resumo

A escassez mundial de água e a busca pela sua economia vem fazendo o homem procurar métodos e meios de diminuir o seu desperdício. Aliado a isso, é um dos desafios da engenharia propor métodos construtivos e meios de economizar água desde dentro de casa. O presente trabalho vem destacar os sistemas de medição de água individualizada, que representam uma forma de dimensionamento hidráulico predial focado no uso consciente. Ao pagar pela própria conta, o usuário tende a ter uma mentalidade mais econômica quanto ao gasto de água. Dessa forma, o trabalho faz uma abordagem teórica do assunto, seguido de uma abordagem prática, feita com uso de *software* computacional. Após dimensionamento do sistema foi possível observar algumas alterações nos quantitativos dos materiais além da inclusão de 22 hidrômetros que no sistema de medição coletiva de água não existiam. Entretanto, não houve um aumento excessivo de materiais uma vez que o acréscimo relativo à passagem de tubulações pelos forros das lajes dos apartamentos foi relativamente compensado pela diminuição de tubulações do barrilete e das colunas de distribuição de água fria. Ademais, a economia de água decorrente de seu uso racional compensa os investimentos.

Palavras-chave: sistema de medição individualizada, dimensionamento hidráulico, Hydros.

Abstract

The world's scarcity of water and the search for its economy has led man to seek methods and means to reduce his waste. Allied to this, it is one of the challenges of engineering to propose constructive methods and means of saving water from inside the house. The present work emphasizes the individualized water metering systems, which represent a form of hydraulic design of buildings focused on conscious use. By paying for one's own account, the user tends to have a more economical mindset regarding water expenditure. In this way, the work makes a theoretical approach to the subject, followed by a practical approach, made with the use of computational software. After sizing the system it was possible to observe some changes in the quantitative of the materials besides the inclusion of 22 hydrometers that in the system of collective measurement of water did not exist. However, there was not an excessive increase of materials since the increase relative to the passage of pipes through the floor slab linings of the apartments was relatively compensated by the decrease of pipes of the barrel and the columns of distribution of cold water. In addition, the water saving due to its rational use compensates the investments.

Keywords: individualize measuring system, hydraulic sizing, Hydros.

Lista de Ilustrações

Figura 1 - Layout básico de um hidrômetro	12
Figura 2 - Sistema com hidrômetros posicionados por andar	14
Figura 3 - Sistema com uma coluna por apartamento	15
Figura 4 - Hidrômetros posicionados no pavimento térreo	16
Figura 5 - Hidrômetros posicionados na cobertura	17
Figura 6 - Hidrômetros posicionados em pavimento intermediário	18
Figura 7 - Hidrômetros velocimétricos tipo monojato e multijato	19
Figura 8 - Hidrômetros velocimétricos: (a) monojato; (b) multijato; (c) Woltmann	20
Figura 9 - Sistema de recirculação parcial.....	25
Figura 10 - Sistema de recirculação total	26
Figura 11 - Sistema com aquecimento de água local	27
Figura 12 - Sistema misto de medição para água fria e quente	28
Figura 13 - Esquema básico dos projetos com SMI	30
Figura 14 - Entrada de dados para novo projeto.....	31
Figura 15 - Árvore do Edifício	32
Figura 16 - Aba "Dimensionamento" do programa.....	32
Figura 17 - Ambiente de trabalho do <i>software</i>	33
Figura 18 - Lançamento da caixa isométrica.....	35
Figura 19 - Vista isométrica da caixa do reservatório	36
Figura 20 - Detalhe isométrico de banheiro no pavimento 7	37
Figura 21 - Relatório emitido para verificação de pressões no projeto sem SMI (esq) e com SMI (dir).....	41
Figura 22 - Relatório de pressão para o ponto mais desfavorável.....	42

Lista Tabelas

Tabela 1 - Vazões nominais e máximas para hidrômetros	22
Tabela 2 - Classificação metrológica dos hidrômetros.....	22
Tabela 3 - Peças utilizadas no lançamento	38
Tabela 4 - Cálculo da perda de carga para hidrômetros individuais	39
Tabela 5 - Comparativo do preço de cada sistema	43

Sumário

1 Introdução.....	8
2 A execução de projetos hidráulicos.....	9
2.1 Legislação sobre o sistema no Brasil.....	10
3 Vantagens e desvantagens de cada sistema de medição.....	10
4 Sistemas de medição de água individualizada	11
4.1 Tipos de leitura	12
4.2 Posicionamento do hidrômetro.....	13
4.3 Tipos de Hidrômetro	18
4.3.1 Quanto ao uso.....	18
4.3.2 Quanto ao sistema de funcionamento	19
4.3.3 Quanto ao tipo de transmissão.....	20
4.3.4 Parâmetros importantes.....	21
4.3.4 Classe metrológica	21
5 Sistema de medição individualizada em água quente	23
5.1 Problemas no uso da água quente em edificações	23
5.2 Soluções para o uso do SMI com rede de água quente.....	25
5.2.1 Recirculação de água quente	25
5.2.2 Sistema de aquecimento individual.....	26
5.2.3 Sistema com aquecimento central e auxiliar.....	27
5.2.4 Sistema de medição misto para água fria e quente	27
6 Estudo de caso	29
6.1 O Programa Hydros.....	29
6.2 Estudo do projeto	29
6.3 Levantamento do projeto	31

6.3.1 Entrada de dados no programa	31
6.3.2 Lançamento das plantas	33
6.3.3 Lançamento Colunas	33
6.3.4 Cálculo dos Reservatórios	34
6.3.5 Lançamento das tubulações, peças de utilização e singularidades	36
6.3.6 Lançamento de hidrômetros individuais	38
6.3.7 Verificações	39
6.3.8 Detalhes do projeto	42
6.4 Levantamento dos quantitativos e orçamento dos sistemas.....	42
6.5 Análise Final	43
Conclusão	44
Referências.....	45
Anexo A – Planta baixa do pavimento térreo	46
Anexo B – Planta baixa do pavimento tipo.....	47
Anexo C – Posicionamento das colunas no pavimento tipo.....	48
Anexo D – Detalhe isométrico do Barrilete	49
Anexo E – Posicionamento dos hidrômetros.....	50
Anexo F – Esquema vertical de água para SMC.....	51
Anexo G – Esquema vertical de água para SMI	53
Anexo H – Banheiro no projeto com SMI	54
Anexo I – Orçamento do projeto com medição coletiva	55
Anexo J – Orçamento do projeto com medição individualizada	58

1 Introdução

O sistema de abastecimento de água de uma edificação residencial passa por vezes despercebido aos olhos de seus moradores. Em uma edificação já construída, a água deve vir da rua, abastecer os reservatórios e sair nas torneiras e chuveiros de uma moradia de forma natural, sem problemas e complicações. Para isso, um bom projeto hidráulico é necessário. Um dos projetos que contemplam a construção de uma edificação, o projeto hidráulico é de grande importância para execução de um edifício. É nele que são dispostos o caminhamento da rede de abastecimento de água, o posicionamento de reservatórios e o dimensionamento das suas estruturas, tudo em acordo com as demandas do edifício e a oferta cabível na rede de água local.

É comum o uso do termo “projeto hidrossanitário” de um edifício. Este por sua vez, engloba além do projeto hidráulico, o projeto sanitário, que é composto pela rede responsável pela captação do esgoto produzido no edifício.

Assim como todo projeto de engenharia civil, o projeto hidráulico no Brasil é regido por algumas normas, cabendo destacar duas principais:

- ABNT NBR 5626:1998 – Instalação predial de água fria;
- ABNT NBR 7198:1993 – Projeto e execução de instalações prediais de água quente.

Observando-se em um contexto mundial, percebe-se que a disponibilidade de água vem se tornando cada vez menor. A busca pela economia de água vem crescendo, e na engenharia civil não poderia ser diferente. Assim observou Carvalho (2010), que destaca o desenvolvimento de equipamentos e dispositivos que consomem menos água, tais como bacias sanitárias de volume reduzido, torneiras com redutores de vazão e utilização de arejadores, bem como a utilização de fontes alternativas, tais como os sistemas de tratamento de água para reuso e o aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis e a adoção de sistemas de medição individualizada de água em apartamentos. Esse trabalho vem destacar o chamado sistema de medição individualizada de água (SMI), que vem sendo cada vez mais usado nos projetos hidráulicos de edifícios residenciais multifamiliares no Brasil. Ainda segundo Carvalho (2010), esse tipo de sistema possibilita uma redução de até 25% do consumo de água de uma residência. De acordo com Coelho (2004), essa economia de consumo pode chegar em até 40%, reduzindo o valor da conta de água em até 50%.

2 A execução de projetos hidráulicos

A execução da rede de abastecimento de água de um edifício é feita conforme especificações da ABNT NBR 5626:1998. A norma destaca que o projeto hidráulico deve ser feito por projetista com formação profissional de nível superior, legalmente habilitado e qualificado. Além disso, a instalação de água assim que executada deve atender alguns requisitos, sendo eles:

- a) preservar a potabilidade da água;
- b) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade adequada e com pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários, peças de utilização e demais componentes;
- c) promover economia de água e de energia;
- d) possibilitar manutenção fácil e econômica;
- e) evitar níveis de ruído inadequados à ocupação do ambiente;
- f) proporcionar conforto aos usuários, prevendo peças de utilização adequadamente localizadas, de fácil operação, com vazões satisfatórias e atendendo as demais exigências do usuário.

Essa norma trata também do dimensionamento e execução de hidrômetros, usados para controle sistemático do volume de água consumida através de leituras periódicas. Para edifícios residenciais multifamiliares no Brasil, o método mais utilizado é o de medição coletiva. Um único hidrômetro faz o registro de toda água que entra no edifício, não fazendo assim a diferenciação de consumo em cada unidade residencial. Como cita Bussolo (2010), nesse sistema o cálculo para pagamento da conta de água pode ser feito de diferentes formas, sendo algumas delas:

- Cobrança idêntica entre todos os apartamentos;
- Cobrança referente à área do apartamento;
- Cobrança de acordo com o número de moradores de cada apartamento.

Em todas as formas, a medição coletiva pode muitas vezes se mostrar injusta e prejudicar algumas partes. Somado aos fatores econômicos, o sistema de medição individualizada se mostra como um método justo e eficaz para divisão da conta de água.

2.1 Legislação sobre o sistema no Brasil

Por se tratar de um problema mundial, a preocupação com a escassez de água fez com que medidas de economia de água fossem tomadas em diversos países ao redor do mundo. As legislações sobre o sistema de medição individualizada começaram a surgir há décadas na Europa. No Brasil, algumas leis municipais e estaduais começaram a surgir ainda na década de 90, tratando da obrigatoriedade do uso de SMI nas edificações. Carvalho (2010) destaca algumas delas:

- Paraná: Lei nº 10.895: de 25 de julho de 1994;
- São Paulo: Lei nº 12.938/1998;
- Aracajú: Lei nº 2.879: de 14 de dezembro de 2000;
- Rio de Janeiro: Lei nº 3.915: de 12 de agosto de 2002;

Já recentemente, em 12 de julho de 2016, foi sancionada a Lei Federal nº13.312, que altera a Lei nº11.445, responsável por estabelece diretrizes para o saneamento básico. Através da Lei nº13.312, torna-se obrigatória a medição individualizada do consumo hídrico nas novas edificações condominiais no Brasil. Essa lei prevê um período de 5 anos de adaptação, sendo válida para o ano de 2021.

3 Vantagens e desvantagens de cada sistema de medição

A obrigatoriedade do sistema de medição individualizada não significa total vantagem se comparado ao sistema de abastecimento coletivo. Folleto (2008) destaca algumas desvantagens do SMI do ponto de vista construtivo:

- Problemas de pressão, especialmente nos andares mais elevados, uma vez que o hidrômetro pode apresentar perda de carga de até 10 m.c.a. e haverá 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;
- Custo muito elevado dos hidrômetros e da manutenção, colocando em dúvida a viabilidade econômica desse sistema.

Folleto (2008) destaca também algumas desvantagens do sistema de medição individualizada pela perspectiva da concessionária de água e dos usuários:

- Reclamações à concessionária sempre que a soma das medições for menor que o volume registrado pelo hidrômetro geral do edifício. Isso poderá ocorrer com frequência através da defasagem entre as leituras e medidores descalibrados;
- O sistema pode vir a ser um complicador para síndicos e administradores, quanto ao controle das manutenções preventivas e corretivas dos medidores;
- Dificuldade de controle de eventuais furtos de água, na efetivação de corte e supressão de ligações, assim como no estabelecimento dos limites de competência da concessionária/serviços autônomos para prevenir eventuais acusações de invasão de propriedade ou desrespeito à privacidade dos condôminos.

Apesar de algumas desvantagens, é evidente que o SMI se mostra muito mais vantajoso se comparado ao sistema de medição coletiva (SMC). Suas vantagens podem ser observadas por diferentes perspectivas, destacadas por Coelho (2004): pelo ponto de vista do consumidor, pela concessionária de fornecimento de água, pelos construtores e pela comunidade em geral.

O consumidor, ao pagar pela própria água, passa a ter maior controle sobre seu gasto, o que leva a uma redução do consumo e consequentemente do valor pago pela água. Além disso, ao pagar pelo próprio consumo, o usuário evita pagar pelo desperdício de outros. Por fim, o consumidor jamais terá sua água cortada pelo não pagamento de outros. Para a concessionária, observa-se uma redução no volume de água demandado local. Os índices de inadimplência reduzem, uma vez que em caso de não pagamento da conta, a água passa a ser cortada por unidade residencial, e não em todo condomínio.

Para o construtor, destaca-se uma maior facilidade de venda de apartamentos com SMI implantado se comparado ao SMC.

Por fim, o menor consumo de água significa uma preservação dos mananciais de água e uma redução da emissão de esgotos, fator importante para preservação do meio ambiente e para o bem-estar da comunidade em geral.

4 Sistemas de medição de água individualizada

Com a publicação da Lei 13.312, de 2016, o Brasil mudou sua forma de projetar o abastecimento de água em uma edificação. A obrigação da medição individualizada trouxe novas formas de se dispor o sistema hidráulico de uma edificação. A obrigação do uso da medição individual a partir de 2021, faz com que o período de transição atual seja um período de experiências. Apesar de ainda serem executados sistemas de medição

coletiva, cada vez mais novos projetos apresentam o sistema de medição individualizada. São diversas as configurações possíveis, sendo diferenciadas pelo posicionamento do hidrômetro e o tipo de leitura.

4.1 Tipos de leitura

A leitura de hidrômetros é feita basicamente de forma local ou remota. No Brasil, o sistema de leitura mais comum é aquele feito no local, através da observação de um funcionário da concessionária de água. O consumo é medido pela diferença de valores entre leituras (normalmente de forma mensal), exemplificada na Figura 1.

Figura 1 - Layout básico de um hidrômetro



Fonte: RW Engenharia (2015)

Um outro sistema que vem ganhando muito destaque é o de hidrômetros com medição remota. Os aparelhos são equipados de dispositivos com diferentes tecnologias *wireless* que possibilitam a leitura a distância. Com isso, a leitura pode ser efetuada por um funcionário da concessionária de água passando pela rua ou em alguns outros casos, o hidrômetro pode fornecer os dados de leitura diretamente para uma central da fornecedora de água. Além disso, alguns desses hidrômetros possuem dispositivos capazes de detectar e avisar o usuário de atividades anormais, como vazamentos, vazões excessivas, existência de fluxo reverso ou de danos no medidor. Medidores mais modernos são providos de *softwares*, que apresentam um conjunto de dados a respeito da alimentação de água em diferentes intervalos de tempo.

Os medidores remotos apresentam diferentes tecnologias de transmissão da informação, podendo ser via *wireless* (sem fio) ou via cabo. Carvalho (2010), destaca que o sistema via cabos apresenta a necessidade da execução de eletrodutos para passagem dos cabos, sendo necessário também o acompanhamento por um profissional responsável pela rede elétrica e a previsão em projeto desses dutos. Carvalho (2010) destaca também que o sistema via radiofrequência elimina a necessidade de execução de eletrodutos, e com isso, uma menor infraestrutura. É mais utilizado, principalmente em edifícios já existentes, onde a medição individualizada virá a ser implementada, já que dispensa em parte a execução de novas instalações. Contudo, o sistema via radiofrequência é contraindicado em casos onde se tem edifícios em estrutura metálica ou edifícios de grande porte, uma vez que essas estruturas dificultam as comunicações via radiofrequência.

Em 2010, foi lançada a ABNT NBR 15806:2010, que traça diretrizes para sistemas de medição predial remota e centralizada de consumo de água e gás. Essa norma veio para sanar a falta de informações destinadas a instalação desses sistemas e se apresenta como um bom guia para instalação.

Dentre os sistemas de leitura local e remoto, torna-se evidente que para o uso do sistema de medição hídrica individualizada, o uso de hidrômetros com leitura remota é o mais viável. Contudo, em alguns condomínios, é comum a adoção de um sistema diferente. Mesmo com hidrômetros individuais em cada apartamento, a concessionária de água faz uma leitura do hidrômetro geral do edifício. Paralelamente, um síndico ou responsável realiza a leitura do hidrômetro de cada apartamento, e ao final do mês a conta é dividida de forma proporcional ao consumo.

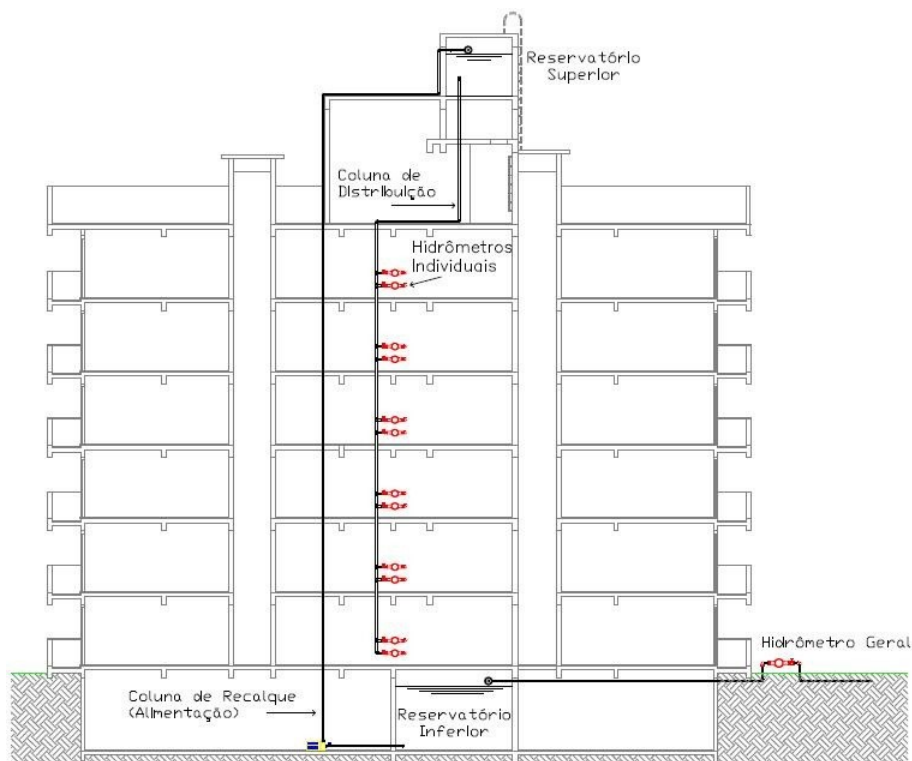
Essa situação é comum em edifícios mais antigos onde é feita a adaptação da medição coletiva para a medição individualizada. Em grande parte das vezes, esses edifícios apresentam apenas uma única prumada de água. Para adaptação são colocados hidrômetros na entrada de cada apartamento e ao final do mês, a concessionária faz uma única leitura do hidrômetro geral do edifício. Posteriormente, a conta é rateada de forma proporcional ao consumo de cada residência.

4.2 Posicionamento do hidrômetro

Para o sistema de medição individualizada, observa-se diferentes configurações possíveis para as prumadas e posicionamento dos hidrômetros, que serão tratados a seguir.

O método mais usual prevê a execução de uma única coluna de alimentação, sendo posicionados os hidrômetros de cada apartamento no seu respectivo andar (Figura 2). Para esse método, é recomendável o uso de hidrômetros de leitura remota, não obrigando a pessoa responsável pelas leituras a visitar todos os andares de um edifício.

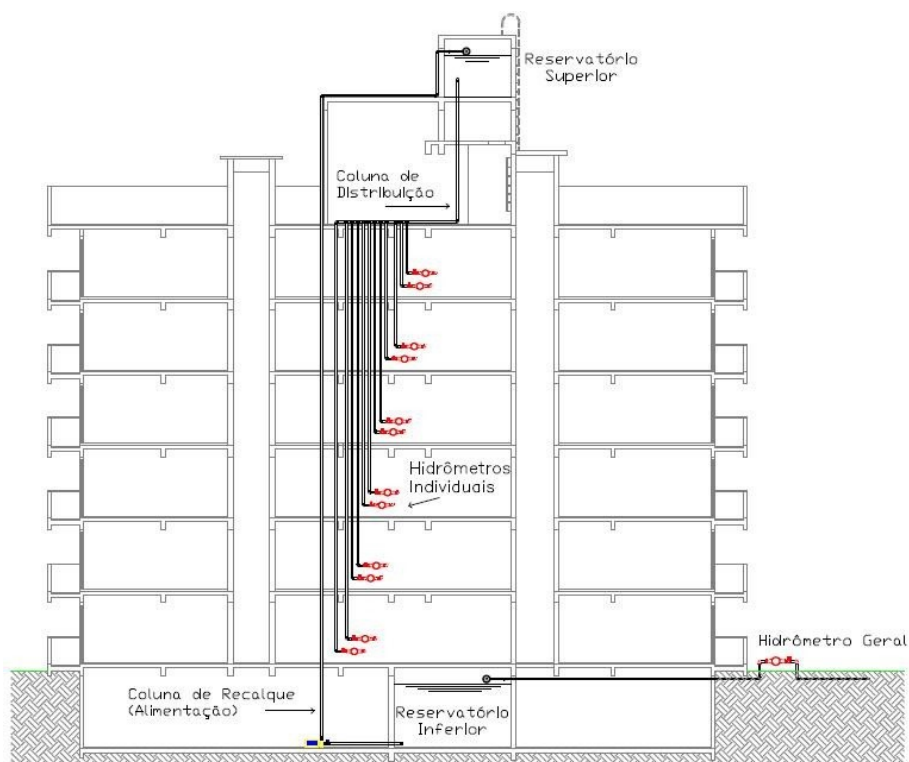
Figura 2 - Sistema com hidrômetros posicionados por andar



Fonte: Bussolo (2010)

Um método pouco utilizado, prevê a execução de uma coluna para cada apartamento. (Figura 3). Essa configuração se mostra inviável pelo seu elevado custo.

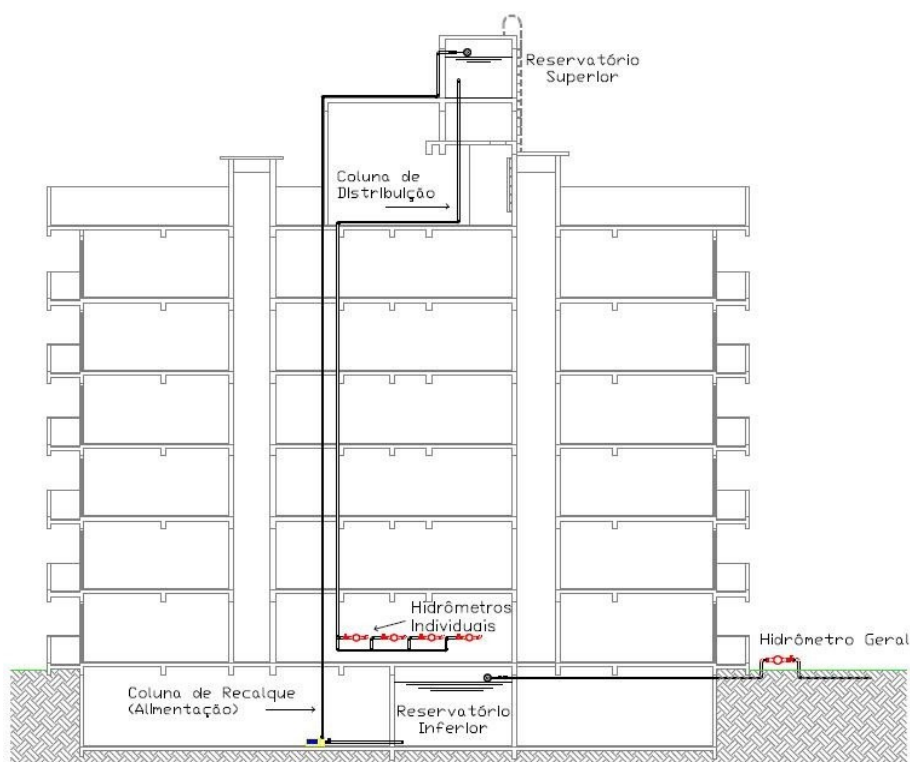
Figura 3 - Sistema com uma coluna por apartamento



Fonte: Bussolo (2010)

Outra configuração possível é aquela com os hidrômetros posicionados no pavimento térreo (Figura 4). De forma semelhante a utilizada na rede de energia elétrica, esse sistema facilita a leitura pelo responsável, uma vez que os hidrômetros estão posicionados de forma próxima uns dos outros.

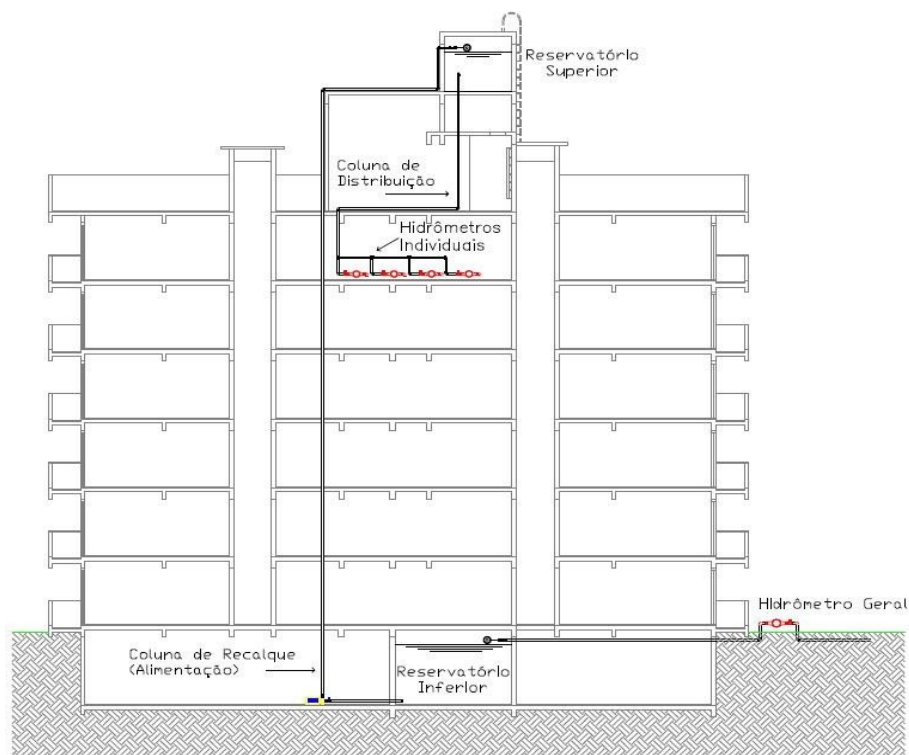
Figura 4 - Hidrômetros posicionados no pavimento térreo



Fonte: Bussolo (2010)

De forma semelhante a demonstrada pela Figura 4, a Figura 5 mostra uma configuração onde os hidrômetros são posicionados bem próximos, mas na cobertura. Esse sistema prevê a execução de uma coluna por apartamento e por isso, se apresenta inviável do ponto de vista construtivo.

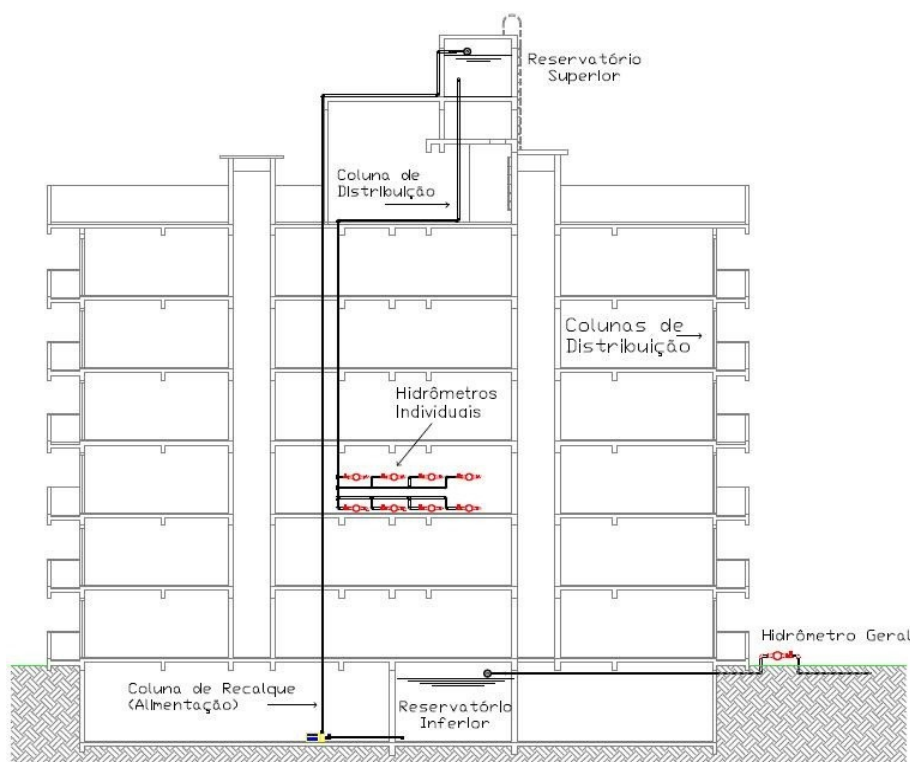
Figura 5 - Hidrômetros posicionados na cobertura



Fonte: Bussolo (2010)

A Figura 6 ilustra uma outra forma de medição com os hidrômetros posicionados de forma próxima. O posicionamento dos hidrômetros em um pavimento intermediário permite uma melhor distribuição das pressões, mas também apresenta alguns inconvenientes. O difícil acesso, a dificuldade de execução e a grande área ocupada em único pavimento para essas instalações são fatores que inviabilizam esse método.

Figura 6 - Hidrômetros posicionados em pavimento intermediário



Fonte: Bussolo (2010)

4.3 Tipos de Hidrômetro

Um dos principais componentes de um sistema hidráulico predial é o hidrômetro. Esse elemento é posicionado a montante de uma região onde se deseja obter dados do consumo local. Os hidrômetros podem ser classificados de diversas formas, quanto ao seu tipo de uso, ao seu sistema de funcionamento, ao tipo de transmissão da informação, entre outros. Dessa forma, para esse estudo será abordado geral para os mais diversos tipos de medidores.

4.3.1 Quanto ao uso

Apesar de não existir uma preocupação em classificar os hidrômetros quanto ao local de uso, define-se hidrômetros em dois tipos: residencial e industrial. Usualmente, hidrômetros industriais apresentam maiores dimensões e medem maiores vazões, enquanto os hidrômetros residenciais são aqueles fabricados em maior escala, para medição de água de uma residência. Contudo, no mercado, não se encontra essa diferenciação para sua escolha, sendo possível a utilização de hidrômetros residenciais em pequenas indústrias ou o uso de hidrômetros industriais para medição de água em grandes condomínios.

4.3.2 Quanto ao sistema de funcionamento

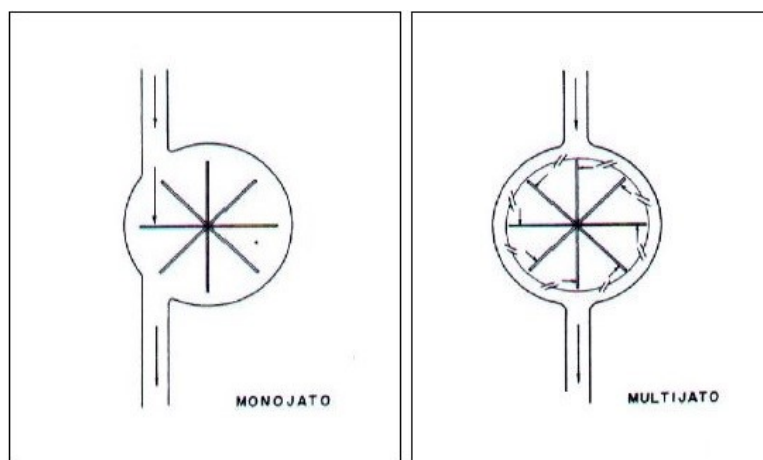
São classificados dois tipos de hidrômetros quanto ao seu funcionamento: hidrômetros taquimétricos e hidrômetros volumétricos.

O primeiro tipo, também chamado de velocimétrico é aquele em que a medição de água se dá pela velocidade de passagem do(s) jato(s) de água no aparelho. É o tipo mais comum utilizado no Brasil e sua medição é feita através da passagem da água em algum órgão móvel (turbina, palheta, etc), transformando em movimento de rotação, que é então relacionado ao volume de água. Os hidrômetros velocimétricos se dividem em alguns subtipos, podendo destacar:

- Monojato - é o hidrômetro taquimétrico que tem o mecanismo medidor acionado por um único jato tangencial de água. É também chamado de hidrômetro unijato, ou de jato único;
- Multijato - é o hidrômetro taquimétrico cujo mecanismo medidor é acionado por vários jatos de água, tangencialmente. Neste hidrômetro os jatos formam pares de forças binárias que proporcionam equilíbrio à turbina, quando em rotação.

Coelho, Maynard (1999) *apud* Folleto (2008) destaca que como diferencial, no hidrômetro multijato há distribuição simétrica do fluido em torno da câmara de medida, com melhor equilíbrio hidrodinâmico e conseqüentemente menor desgaste, resultando em maior durabilidade do equipamento em comparação ao monojato. A Figura 7 a seguir traz um esquema básico dos dois diferentes tipos de hidrômetros velocimétricos.

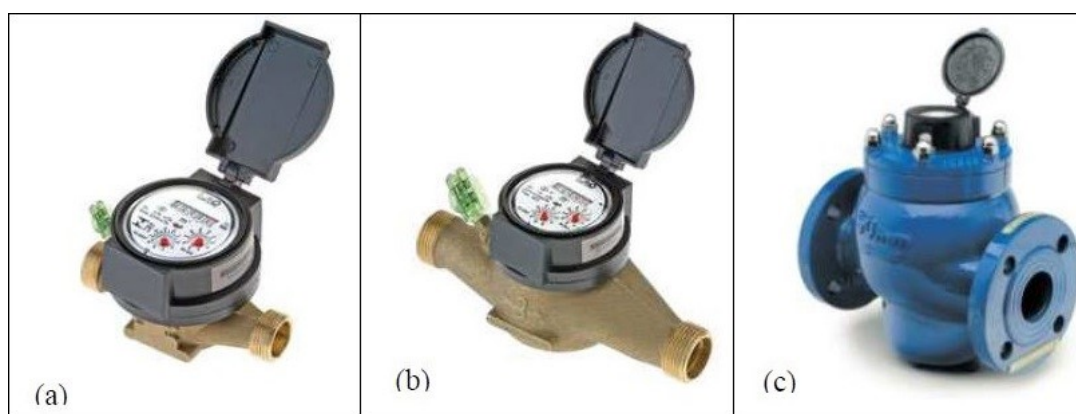
Figura 7 - Hidrômetros velocimétricos tipo monojato e multijato



Fonte: Adaptado de SAMAE

Tamaki (2003) destaca ainda a existência de um terceiro tipo de hidrômetro velocimétrico, o chamado *Woltmann*. Esse é o medidor velocimétrico cuja direção de incidência do escoamento de água sobre a turbina é axial. Esta concepção dispensa a utilização de câmara de medição por sua forma de construção, pois a água não passa através de orifícios ou fendas para incidir tangencialmente às pás da turbina (como nos casos dos hidrômetros monojato e multijato), mas aproveitando-se de praticamente toda a seção transversal. Os hidrômetros *Woltmann* podem ser de dois tipos, com turbina vertical ou horizontal. As principais características resultantes dessas configurações são: baixa perda de carga, funcionamento equilibrado (simetria radial na distribuição dos esforços sobre os mancais) e durabilidade quando submetido a regimes de vazões elevadas por longos períodos. A Figura 8 a seguir ilustra os três tipos de hidrômetros velocimétricos,

Figura 8 - Hidrômetros velocimétricos: (a) monojato; (b) multijato; (c) *Woltmann*



Fonte: Lao Indústria apud Folleto (2008)

Com outro sistema de funcionamento, os hidrômetros volumétricos medem a água diretamente pela vazão. São extremamente precisos se comparados aos hidrômetros taquimétricos, e por essa razão, apresentam elevado custo de implantação, não sendo utilizados na rede de água básica no Brasil. Esse tipo de hidrômetro funciona através da revolução de um pistão rotativo ou disco, que permite a passagem de um volume específico de água por movimentação. Uma das desvantagens desse tipo de hidrômetro é a alta susceptibilidade a travamentos quando se tem impurezas na água. Sendo assim, seu uso requer o fornecimento de uma água mais limpa e pura.

4.3.3 Quanto ao tipo de transmissão

O funcionamento de hidrômetros se dá basicamente por dois tipos de sistemas de transmissão: sistema mecânico ou magnético. O sistema mecânico é aquele utilizado

usualmente, onde o movimento da turbina está acoplado ao sistema medidor por um conjunto de engrenagens, transmitindo os valores da rotação apenas de forma mecânica.

Já no sistema de transmissão magnética, um ou mais ímãs são fixados sobre as pás da turbina, gerando pulsos magnéticos com a rotação da turbina, que excitam um sensor ou movimentam um mecanismo totalizador presente na relojoaria. Tamaki (2003) destaca que as principais vantagens da transmissão magnética e do fato da relojoaria estar simplesmente posicionada sobre a carcaça são: a relojoaria ser removível para manutenção, apresentar giro livre proporcionando posição privilegiada para leitura e ser extremamente estanque e seca, permitindo a utilização de sistemas eletrônicos de totalização, registro e transmissão de dados.

4.3.4 Parâmetros importantes

A escolha de um hidrômetro parte da determinação em projeto de alguns parâmetros determinantes. A SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) traz em seu Manual de Dimensionamento do Ramal Predial de Água, Cavalete e Hidrômetro (NTS 181), a definição dos parâmetros básicos para escolha do hidrômetro:

- Vazão (Q) – quociente entre o volume de água que atravessa o medidor e o tempo de passagem deste volume;
- Vazão Mínima ($Q_{\min}$) – vazão acima da qual o medidor deve permanecer dentro do limite de erros máximos admissíveis;
- Vazão Máxima ($Q_{\max}$) – também denominada de vazão de sobrecarga, é a vazão até a qual o medidor pode funcionar de forma satisfatória por um curto período sem deteriorar-se e cujo valor é o dobro da vazão nominal;
- Vazão Nominal (Q) – vazão até a qual o medidor deve trabalhar contínua e satisfatoriamente, e que corresponda à sua designação;
- Vazão de transição (Q_t) – vazão que define a separação entre as faixas superior e inferior de medição

4.3.4 Classe metrológica

No Brasil, uma classificação que tem grande importância é a de classe metrológica. É através dela que são escolhidos os hidrômetros utilizados numa instalação hidráulica. A Portaria do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) de nº 246 apresenta especificações quanto a qualidade e os requisitos mínimos a serem atendidos por hidrômetros fabricados no Brasil. Quatro parâmetros já

mencionados anteriormente são utilizados para escolha do hidrômetro: vazões máxima, mínima, nominal e de transição. A Portaria nº 246 do INMETRO define que o dimensionamento e comercialização de hidrômetros deve ser feito a partir da sua vazão nominal. Contudo, é normal encontrar-se em catálogo de fabricantes, por exemplo, hidrômetros de vazão 7,0 m³/h, que na realidade é o hidrômetro de vazão nominal 3,5 m³/h, mas é apresentado para venda como referência o valor da vazão máxima. A Portaria nº 246 define alguns valores de vazão nominal, descritos na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Vazões nominais e máximas para hidrômetros

Q (m ³ /h)	0,6	0,75	1,0	1,5	2,5	3,5	5,0	6,0	10,0	15,0
$Q_{\max}$ (m ³ /h)	1,2	1,5	2,0	3,0	5,0	7,0	10,0	12,0	20,0	30,0

Fonte: Adaptado de Portaria INMETRO nº 246 (2000)

Na Tabela 1, observa-se a presença de hidrômetros com vazão máxima e vazão nominal de 1,5 m³/h, o que gera muitas dúvidas na compra do medidor. Cabe ao projetista e profissional responsável por projeto verificar a diferenciação dos dois parâmetros e a escolha correta do hidrômetro.

Como já definido anteriormente, a vazão mínima é o limite mínimo na qual o hidrômetro consegue realizar leituras com um erro ainda admissível. Essa vazão é o que define as classes A, B e C de hidrômetros, sendo a classe A menos precisa e a classe C a mais precisa. A Tabela 2 apresenta a classificação metrológica dos hidrômetros, relacionando sua precisão e sua vazão nominal.

Tabela 2 - Classificação metrológica dos hidrômetros

Classes Metrológicas		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
A	$Q_{\min}$ (m ³ /h)	0,024	0,030	0,040	0,040	0,100	0,140	0,200	0,240	0,400	0,600
	Q_t (m ³ /h)	0,060	0,075	0,100	0,150	0,250	0,350	0,500	0,600	1,000	1,500
B	$Q_{\min}$ (m ³ /h)	0,012	0,015	0,020	0,030	0,050	0,070	0,100	0,120	0,200	0,300
	Q_t (m ³ /h)	0,048	0,060	0,080	0,120	0,200	0,280	0,400	0,480	0,800	1,200
C	$Q_{\min}$ (m ³ /h)	0,006	0,0075	0,010	0,015	0,025	0,035	0,050	0,060	0,100	0,150
	Q_t (m ³ /h)	0,009	0,0110	0,015	0,0225	0,0375	0,0525	0,075	0,090	0,150	0,225

Fonte: Portaria INMETRO nº 246 (2000)

Cabe destacar que para um hidrômetro de mesma vazão nominal, a classe C apresenta uma vazão $Q_{\min}$ relativamente menor a classe A, ou seja, consegue realizar uma leitura

de vazão menor de forma mais precisa. Já observando-se hidrômetros de mesma classe metrológica, percebe-se que o erro admissível é menor para hidrômetros de menor vazão, uma vez que supõe-se uma maior necessidade de precisão.

5 Sistema de medição individualizada em água quente

Os Sistemas Prediais de Água Quente (SPAQ) tem por finalidade conduzir a água aquecida, através de condutos até os pontos de utilização. É primordial que o profissional execute o projeto considerando as situações que promovam a correta condução deste fluido até o ponto de utilização, garantindo o conforto térmico do usuário (AltoQi).

A norma regulamentadora dos sistemas de água quente é a ABNT NBR 7198:1993. Ela vem garantir que as instalações de água quente devem ser projetadas e executadas de modo a cumprir alguns requisitos básicos:

- a) garantir o fornecimento de água de forma contínua, em quantidade suficiente e temperatura controlável, com segurança, aos usuários, com as pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários e das tubulações;
- b) preservar a potabilidade da água;
- c) proporcionar o nível de conforto adequado aos usuários;
- d) racionalizar o consumo de energia.

Um dos grandes desafios de implantação do sistema de medição individualizada (SMI) se dá em edificações com a presença de uma rede de água quente. Até mesmo em um sistema convencional, os problemas relacionados ao aquecimento da água podem gerar dor de cabeça e se não controlados podem até mesmo danificar a estrutura do edifício.

5.1 Problemas no uso da água quente em edificações

Para casos onde o SMI é implantado, o uso de uma rede de água quente possui alguns agravantes que dificultam sua instalação. Carvalho (2010) destaca alguns desses problemas, que se encontram tanto dentro quanto fora dos apartamentos.

Hidrômetros diferenciados

Para edifícios convencionais ou casas, a água passa pelo hidrômetro, sobe para o topo do edifício e então é aquecida para o abastecimento, não passando com altas temperaturas pelos medidores. Contudo, em edifícios com sistema de medição individualizada, a água quente passa por hidrômetros antes de entrar nas residências. Como já mencionado, a

Portaria nº 246 do INMETRO que regulamenta o uso de hidrômetros, apresenta recomendações para instalações onde a água passa com temperaturas inferiores a 40° C. A temperatura da água aquecida por sistemas de painéis solares pode chegar próxima aos 100° C. Desta forma, não é aconselhável a instalação de hidrômetros convencionais para a rede de água quente, sendo necessário consultar fabricantes quanto ao uso de aparelhos que suportem temperaturas de operação mais elevadas, o que consequentemente aumenta o custo do sistema.

Água parada nas colunas do edifício

Após sair do reservatório de água quente, a água encontra-se parada nas colunas do edifício. O não uso da água por um certo período de tempo acaba provocando o seu resfriamento. Com isso, ao abrir o chuveiro o usuário é obrigado a esperar com que a água resfriada vá embora para uso da água aquecida que acabara de sair do reservatório. Além de se tratar de uma medida antiecológica, a espera pode causar frustração, tornando o sistema de aquecimento um problema e não uma solução para economia de energia.

Uma das medidas que visa reduzir esse problema é o uso de materiais isolantes nas tubulações de água quente. Carvalho (2010) destaca alguns materiais que vem sendo muito utilizados como isolantes térmicos nas tubulações de água quente, como o polietileno expandido, encontrado no mercado com espessuras de 0,5 cm e 1,0 cm, e o isopor, ainda mais isolante, utilizado em camadas de até 2,5 cm. Quanto maior a espessura do isolamento térmico, maior a sua eficiência, mas também maior o seu custo e, isolamento muito espessos, dificultam a instalação da tubulação, principalmente em caso de tubulações embutidas ou em shafts com pouca disponibilidade de espaço.

Água nas prumadas horizontais em cômodos não molhados

Em sistemas convencionais, tem-se a execução das colunas de água próximas as regiões molhadas (banheiros, cozinha, área de serviço), e com isso, poucas tubulações horizontais dentro dos apartamentos. Carvalho (2010) destaca que em sistemas com medição individualizada, aumentam-se as quantidades de tubulações horizontais na estrutura, uma vez que a entrada de água para o apartamento é somente uma. Então, as tubulações atravessam o apartamento, passando por cômodos não molhados e sendo protegido por forros. Outro grave problema relacionado a isso é a condensação de água na parede externa das tubulações com água quente parada, que pode vir a danificar o forro posicionado abaixo das tubulações. Uma solução possível para esse problema é a recirculação da água, que será detalhada a seguir.

5.2 Soluções para o uso do SMI com rede de água quente

Carvalho (2010) apresenta também algumas soluções possíveis para os problemas já citados a fim de viabilizar o SMI também para de rede de água quente.

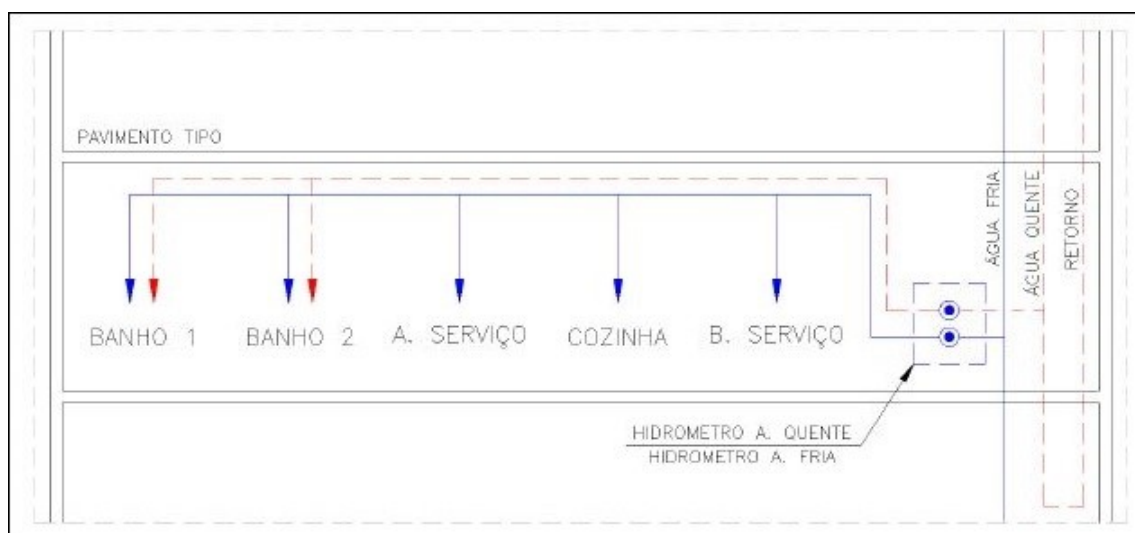
5.2.1 Recirculação de água quente

Uma solução possível para evitar o resfriamento da água parada é a utilização de sistemas de recirculação de água quente. Esse sistema pode ser feito de duas formas diferentes: recirculação parcial ou total (com medição de retorno)

- Recirculação na prumada central

O processo de recirculação parcial é feito através da recirculação da água na(s) coluna(s) do edifício. Essa solução resolve de forma parcial o problema da espera, uma vez que as tubulações internas ao apartamento continuam com água parada perdendo calor. No entanto, cabe destacar que as tubulações internas apresentam diâmetro menor, e com isso menos água acumulada no seu interior, o que reduz de forma significativa o desperdício de água em função do tempo de espera. A Figura 9 a seguir apresenta uma representação esquemática do sistema de recirculação parcial como solução para o SMI.

Figura 9 - Sistema de recirculação parcial



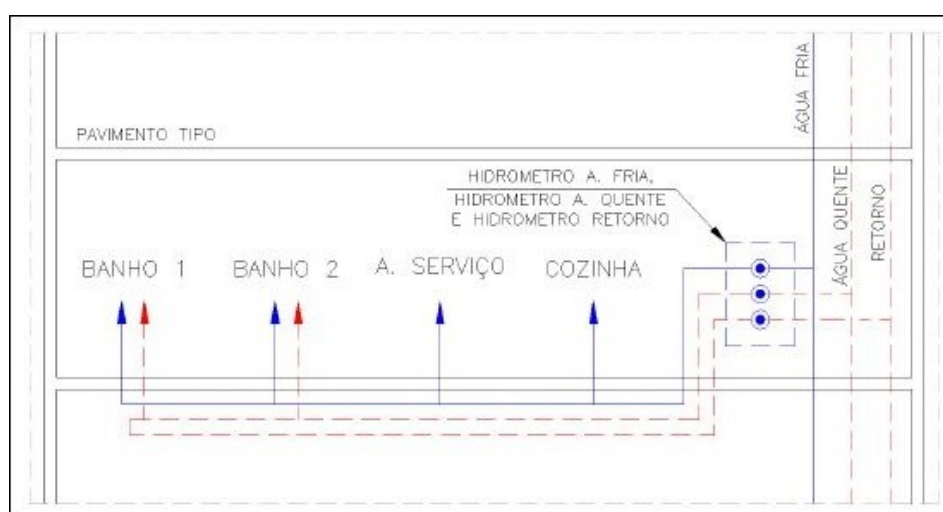
Fonte: Carvalho (2010)

- Medição do retorno

De forma semelhante, a recirculação pode ser feita de forma total. No entanto, ao entrar para dentro da residência, a água é registrada pelo hidrômetro, sendo considerada consumida. Para contornar essa situação, é necessário então a instalação de um terceiro hidrômetro, que mede a água não consumida retornada. Ao final do mês, deve-se então

observar que o consumo de água total é dado pelo consumo de água fria mais o consumo registrado pelo hidrômetro de entrada de água quente menos o registrado pelo de saída da água quente. No entanto, esse método se mostra um pouco inviável se analisado no edifício com um todo. Ao se ligar a bomba de recirculação, a água presente nos apartamentos superiores e mais próximos tende a ter preferência, o que faz com que a água de apartamentos inferiores apresente dificuldade de subir e consequentemente tenha pouca ou até nenhuma recirculação. A Figura 10 a seguir mostra uma representação esquemática do sistema com de recirculação, com detalhe para o posicionamento de 3 hidrômetros por apartamento.

Figura 10 - Sistema de recirculação total

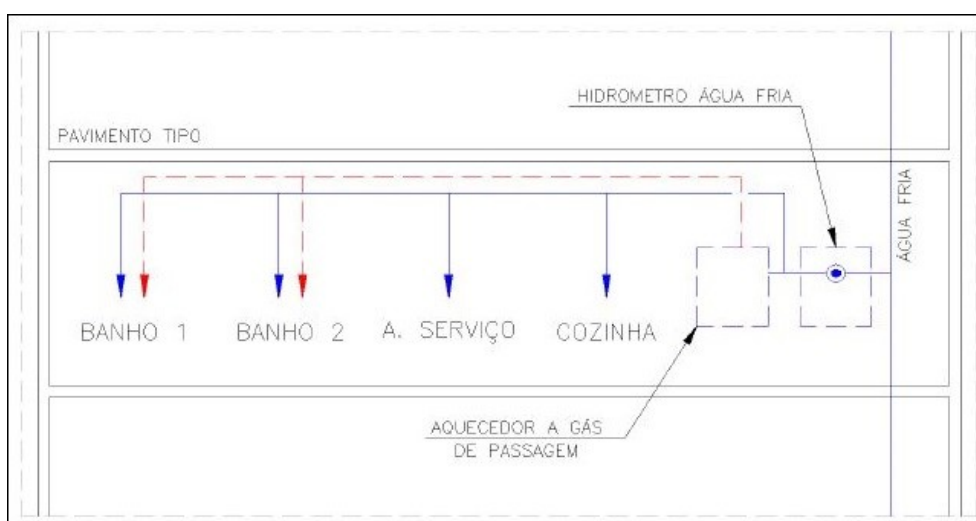


Fonte: Carvalho (2010)

5.2.2 Sistema de aquecimento individual

Outra solução possível para uso de água quente em edifícios com sistema de medição individualizada é o uso de um sistema individual por apartamento. Essa solução inviabiliza o uso de sistemas de aquecimento solar e simplifica a rede hidráulica geral do edifício. No entanto, leva ao uso de área útil do apartamento para colocação de um sistema de aquecimento, além de criar um ponto de manutenção de rede elétrica e em alguns casos rede de gás. Em alguns casos, os aquecedores não conseguem atender a demanda de chuveiros, sendo necessário a colocação também de um reservatório de água quente, ocupando mais espaço de um apartamento. A Figura 11 ilustra o esquema de um apartamento onde foi inserido um aquecedor de passagem para o aquecimento de água.

Figura 11 - Sistema com aquecimento de água local



Fonte: Carvalho (2010)

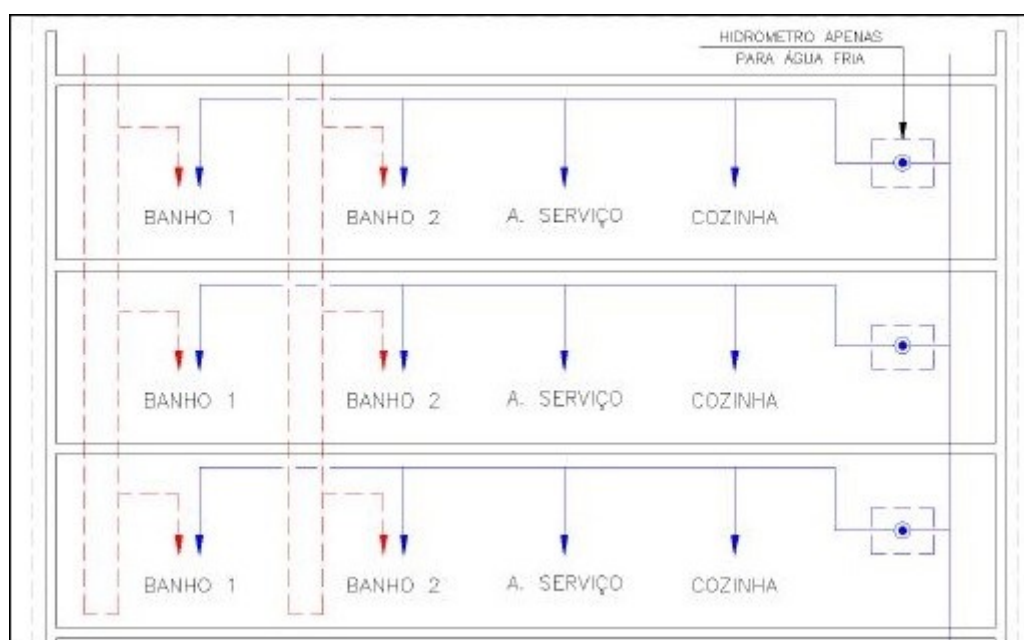
5.2.3 Sistema com aquecimento central e auxiliar

Em alguns casos, é possível mesclar o sistema de aquecimento central do edifício com um sistema de aquecimento local. Nesse caso, a água que chega pré-aquecida (após perder calor nas tubulações) é aquecida na entrada do apartamento por um aquecedor de passagem, que na maioria das vezes dispensa a necessidade de um reservatório, como citado no item 5.2.5. Nesse sistema, é importante observar se a água consegue atingir uma temperatura ideal de serviço, já que o aquecedor auxiliar pode não conseguir elevar a água a uma temperatura ideal ou pode também sobreaquecê-la, inviabilizando seu uso.

5.2.4 Sistema de medição misto para água fria e quente

Uma solução possível, mas não usual, é a utilização de diferentes sistemas de medição para água fria e quente num mesmo condomínio. Esse sistema vai contra a ideia do uso de SMI em condomínios, uma vez que a água quente continua sendo utilizada sem medição por unidade residencial, não reduzindo seu desperdício ou resolvendo os problemas relacionados a divisão da conta de água entre condôminos. A Figura 12 ilustra o esquema básico desse sistema.

Figura 12 - Sistema misto de medição para água fria e quente



Fonte: Carvalho (2010)

6 Estudo de caso

Para este trabalho, foi feito um estudo de caso a fim de se comparar de forma bem geral, os sistemas de medição de água coletiva e individual de uma edificação. Com auxílio do *software* Alto Qi Hydros, foi tomado o projeto de uma edificação residencial multifamiliar de 7 pavimentos e nela traçou-se dois diferentes projetos hidráulicos, um com sistema de medição de água coletiva, outro com sistema de medição individualizada. O traçado partiu da rede predial a partir do reservatório superior, não sendo considerados a rede de alimentação predial e de recalque até o reservatório. Com os quantitativos fornecidos pelo programa, orçou-se o custo dos materiais gastos para a instalação dos dois sistemas.

6.1 O Programa Hydros

A nova era da tecnologia traz ao homem diariamente uma ampla quantidade de novos recursos computacionais. A utilização de programas computacionais na elaboração de projetos vem se tornando cada vez mais corriqueira. Diferentes tecnologias possibilitaram a criação de programas para as várias áreas da engenharia civil. Atualmente, existem diversos programas especializados na elaboração de projetos hidrossanitários, sendo um deles o *software* Hydros, criado pela plataforma AltoQi. Ele pode ser utilizado para projetos de instalações de água, esgoto, gás e incêndio. Ele permite fazer o lançamento da estrutura com visão tridimensional do edifício e possui um ambiente CAD integrado, com objetos gráficos representando as tubulações e conexões da rede. Contudo, cabe destacar que como qualquer ferramenta computacional, o uso do programa deve ser supervisionado e seus resultados analisados por um profissional capacitado. Os resultados obtidos decorrem da maneira em que se deu a entrada de dados no programa, devendo ser conferidos e alterados, se necessário.

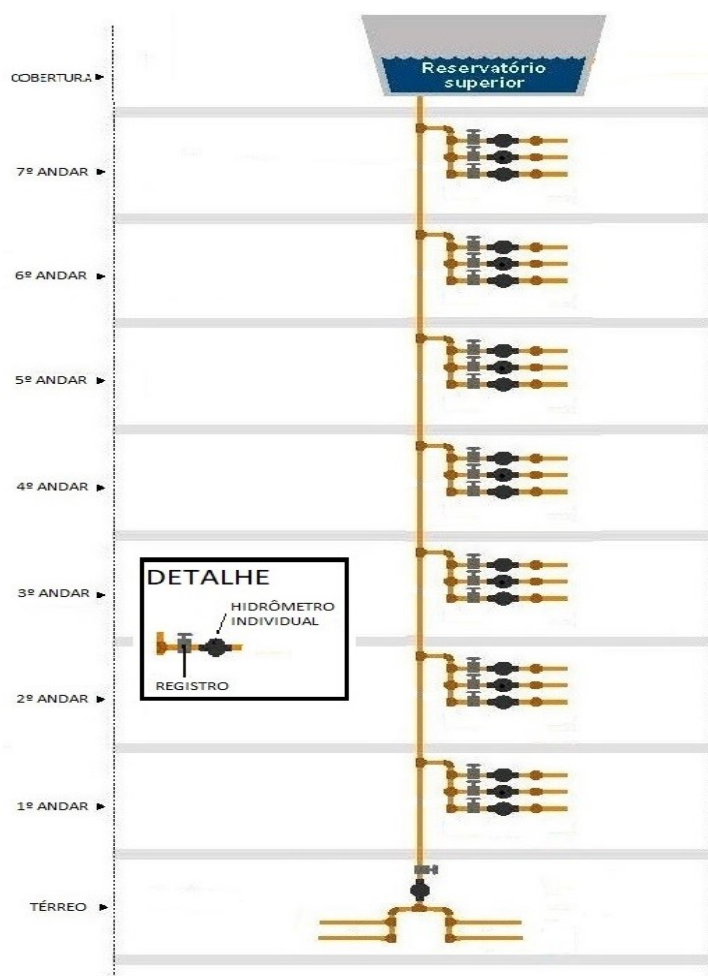
O Hydros se trata de um programa pago, e para isso tem sua licença controlada. O controle é feito através de um dispositivo que plugado ao computador, permite o funcionamento do programa. Para esse projeto, o dispositivo utilizado para funcionamento do programa era pertencente ao escritório Ayres de Lima Alves Ltda..

6.2 Estudo do projeto

Para o estudo de caso, diversos projetos foram analisados. O projeto escolhido é o de um edifício localizado na Avenida José Rezende Costa no bairro Saraiva em Uberlândia/MG. O edifício possui subsolo, térreo, 7 pavimentos tipo e pavimento de cobertura, sendo 3

apartamentos por andar, totalizando 21 apartamentos em toda estrutura. Como o subsolo não apresentava previsão de áreas molhadas, o projeto foi tomado do pavimento térreo para cima. Os Anexos A e B trazem respectivamente as plantas baixas dos pavimentos térreo e tipo (7x). Os dois projetos foram traçados de forma semelhante, onde a grande diferença se deu na previsão de hidrômetros na entrada de cada apartamento no projeto com sistema de medição individualizada. A Figura 13 a seguir mostra a representação básica do projeto com sistema de medição individualizada a ser lançado.

Figura 13 - Esquema básico dos projetos com SMI



Fonte: Adaptado de CAS Tecnologia (2017)

Através do esquema, pode-se observar algumas informações importantes quanto ao lançamento da estrutura para os dois projetos:

- O lançamento da rede se deu do barrilete para baixo. Apenas para efeito representativo, calculou-se o consumo diário para dimensionamento do reservatório, representado como uma caixa no programa;

- Foi posicionado um hidrômetro para cada apartamento no pavimento do próprio apartamento;
- Foi posicionado um hidrômetro extra no pavimento térreo, visando somar também a água consumida nas áreas comuns ao total do edifício;

Outras considerações serão feitas durante o levantamento da estrutura.

6.3 Levantamento do projeto

O programa Hydros, diferentemente do que é feito em *softwares* convencionais, trabalha com a noção de projeto como um todo. Um único projeto engloba os diversos pavimentos e todos os detalhes lançados e as tubulações passam a funcionar então como uma única estrutura. Os procedimentos a seguir relatam de forma simplificada o lançamento de um projeto no *software*, com registros e alguns detalhes importantes.

6.3.1 Entrada de dados no programa

O início do projeto hidráulico no programa se dá com a inserção de dados sobre os pavimentos da edificação. Tanto no projeto com medição coletiva, quanto para o projeto com medição individualizada, utilizou-se o mesmo edifício base com térreo, 7 pavimentos tipo e cobertura, resultando em 9 lances. A Figura 14 ilustra a janela do programa para entrada de dados.

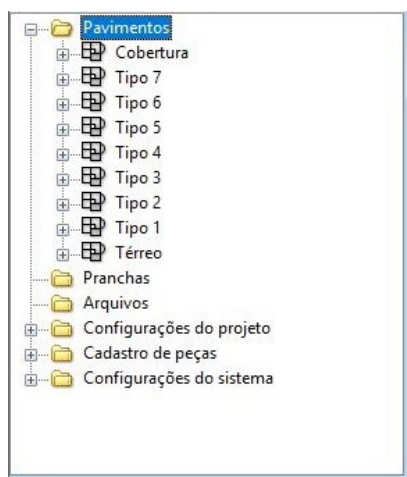
Figura 14 - Entrada de dados para novo projeto

	Pavimento	Repetições	Altura (cm)	Nível (cm)	Lance
1	Cobertura	1	200.00	2240.00	9
2	Tipo	7	280.00	280.00	2
3	Térreo	1	280.00	0.00	1
4					
5					
6					

Fonte: Autor (2017)

Feita a inserção dos dados sobre os pavimentos da estrutura, é criada então a Árvore do Edifício (Figura 15). Através dela tem-se acesso ao ambiente de lançamento do projeto, além de dados, resultados e desenhos detalhados da edificação cadastrada.

Figura 15 - Árvore do Edifício



Fonte: Autor (2017)

Antes de dar início ao lançamento da rede de água, define-se alguns dados a respeito do dimensionamento das tubulações (Figura 16). Como já mencionado, o trecho de alimentação e recalque não será realizado nesse projeto seus valores foram mantidos como padrão do programa. Já para o cálculo das perdas de cargas, utilizou-se o método universal, dividindo as perdas de carga em locais e distribuídas. Adotou-se o método dos pesos para dimensionamento da rede, assim como definido pelo Anexo A da ABNT NBR 5626:1998. Por fim, definiu-se a velocidade limite de escoamento nas tubulações. Esse valor foi alterado durante o lançamento da estrutura e será explicado mais a seguir.

Figura 16 - Aba "Dimensionamento" do programa Hydros

Dimensionamento

Hidráulico | Sanitário

Alimentação predial

Consumo diário: 16.8 m³/dia

Velocidade do realimentador: 0.6 m/s

Recalque

Vazão de projeto: 100 % do consumo diário

Funcionamento da bomba: 6 h/dia

Rendimento: 60 %

Água fria

Perdas de carga: Universal

☒ Utilizar método dos pesos

Velocidade limite: 2.5 m/s

Geral

☒ Otimizar o cálculo das vazões

Ok Cancelar Ajuda

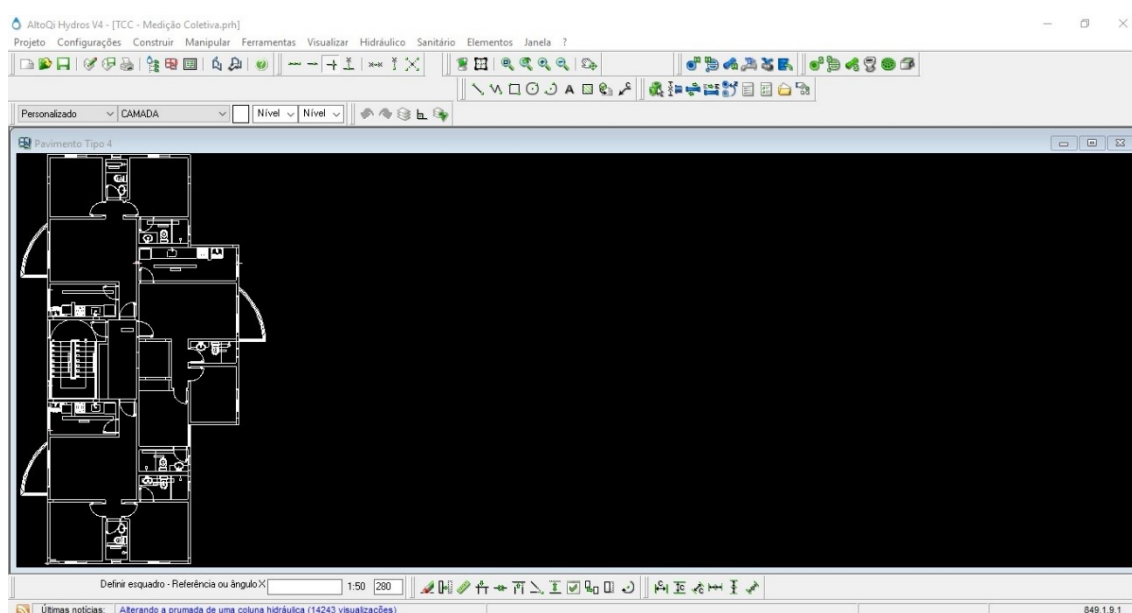
Fonte: Autor (2017)

6.3.2 Lançamento das plantas

Embora seja possível desenhar a própria planta arquitetônica no *software*, o programa tem ferramentas capazes de importar projetos em DXF (*Data Exchange Format*) e realizar sua leitura, colocando-os no ambiente de trabalho para que se possa traçar o projeto hidráulico sobre essas plantas.

Após a leitura da planta em arquivo .dxf, duas etapas básicas devem ser feitas para um lançamento correto do projeto. A origem é definida em um ponto de mesma prumada para as plantas dos diversos pavimentos e é feita a correção da escala, uma vez que o lançamento e posicionamento das tubulações dependem do traçado da arquitetura. A Figura 17 a seguir ilustra o ambiente do *software* com a planta carregada, origem posicionada e escala corrigida.

Figura 17 - Ambiente de trabalho do *software*



Fonte: Autor (2017)

6.3.3 Lançamento Colunas

Na fase seguinte, teve início o lançamento das colunas de água. As colunas de água fria tiveram diferentes posicionamentos nos projetos com e sem medição individualizada. O lançamento dos tubos de todo projeto foi feito exclusivamente em PVC rígido soldável de diâmetros variados.

Para o projeto com medição coletiva, foram posicionadas 9 colunas de águas frias, todas em regiões próximas às áreas molhadas. Os pavimentos tipo possuíam 6 banheiros e 3 cozinhas/lavanderia, sendo determinado uma coluna para cada cômodo. O Anexo C

ilustra o posicionamento das colunas no pavimento tipo 7, com as colunas já dimensionadas e as regiões de área molhada em destaque. Já o Anexo D traz o desenho isométrico do barrilete no pavimento da cobertura, mostrando o diâmetro das tubulações e a derivação das colunas.

Já para o projeto com medição individualizada, foi posicionada uma coluna em um espaço próximo a caixa de escada, local com capacidade de instalação dos hidrômetros. O uso de uma única coluna visa facilitar a implantação do sistema de medição individualizada, contudo, resulta em um diâmetro elevado. A coluna dimensionada apresentou diâmetro nominal de 50 mm no barrilete e nos pavimentos superiores e foi reduzindo nos pavimentos inferiores, chegando a um DN 20 no térreo.

6.3.4 Cálculo dos Reservatórios

A ABNT NBR 5626:1998 destaca que o volume de água reservado para uso doméstico deve ser, no mínimo, o necessário para 24 h de consumo normal no edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio. O dimensionamento dos reservatórios foi feito tomando por base um consumo estimado do edifício. Para isso, alguns parâmetros com população do prédio e consumo diário foram estimados. De acordo com Manual do Arquiteto, pode-se estimar duas pessoas por dormitório para o cálculo de consumo do edifício. Dessa forma:

$$N = \frac{2 \text{ pessoas}}{\text{dormitório}} \times \frac{2 \text{ dormitório}}{\text{apartamento}} \times \frac{3 \text{ apartamentos}}{\text{andar}} \times 7 \text{ andares} = 84 \text{ pessoas}$$

Ainda de acordo com Manual do Arquiteto, o consumo por pessoa por dia para edifícios residenciais pode ser dado como 200 L/dia. Com isso, tem-se que o volume diário consumido é dado por

$$V_t = C \times N = 200 \times 84 = 16.800l = 16,8 m^3$$

A critério do projetista, optou-se por armazenar uma vazão total correspondente a dois consumos diários e uma reserva de incêndio de 20% desse valor. E com isso, o consumo para dois dias é de:

$$V_{t,2} = V_t \times 2 \times 1,2 = 16,8 \times 2 \times 1,2 = 40,32 m^3$$

Como o volume de água a ser armazenado é muito alto, sugere-se um armazenamento em dois reservatórios. A critério do projetista, adota-se 40% do valor de consumo de dois

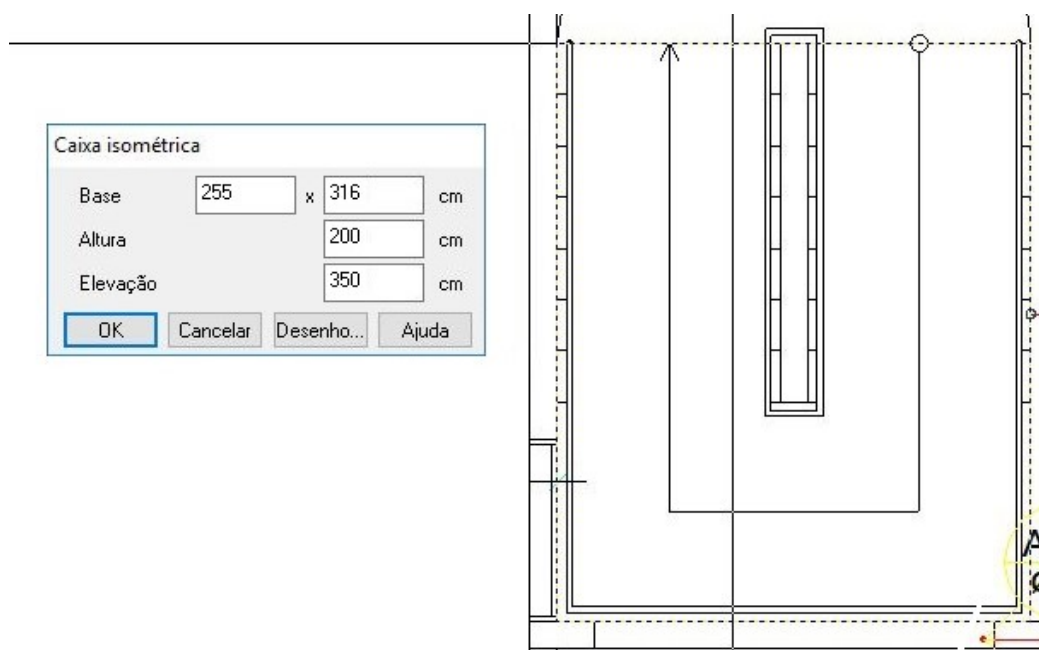
dias acrescido de reserva de incêndio para o reservatório superior, sendo o volume dos reservatórios de:

$$V_s = \frac{2}{5} \times V_{t.2} = \frac{2}{5} \times 40,32 = 16,128 \text{ m}^3$$

$$V_I = \frac{3}{5} \times V_{t.2} = \frac{3}{5} \times 40,32 = 24,192 \text{ m}^3$$

Como já mencionado, o lançamento do reservatório no programa para esse projeto teve apenas papel representativo. Como o traçado da rede partiu apenas do barrilete para baixo, o dado de interesse é o da cota de saída de água do reservatório, utilizado para se verificar as pressões nos pontos do edifício. Esse valor também é estabelecido durante o lançamento do reservatório, como mostra a Figura 18 a seguir.

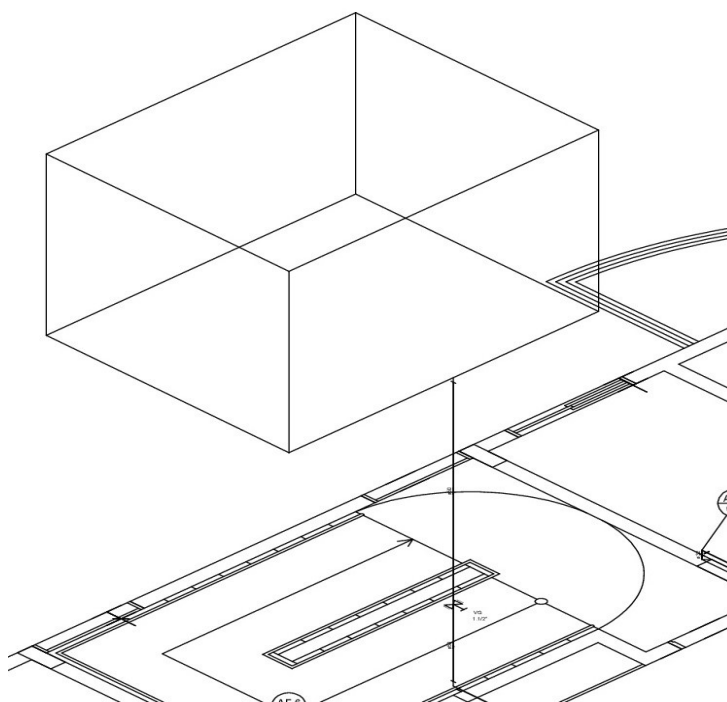
Figura 18 - Lançamento da caixa isométrica



Fonte: Autor (2017)

Como pode-se observar na Figura 18, o reservatório foi posicionado sobre a caixa de escada com uma área em planta de 2,55 m por 3,16 m, que com uma altura de 2,00 m totaliza um volume de 16,166 m³, valor bem próximo ao calculado (16,128 m³). Já o valor de elevação foi obtido através de simulações do dimensionamento das tubulações, e será tratado mais a seguir. A Figura 19 ilustra o reservatório lançado em vista isométrica no projeto com medição coletiva, com detalhe para a tubulação que sai para o barrilete.

Figura 19 - Vista isométrica da caixa do reservatório



Fonte: Autor (2017)

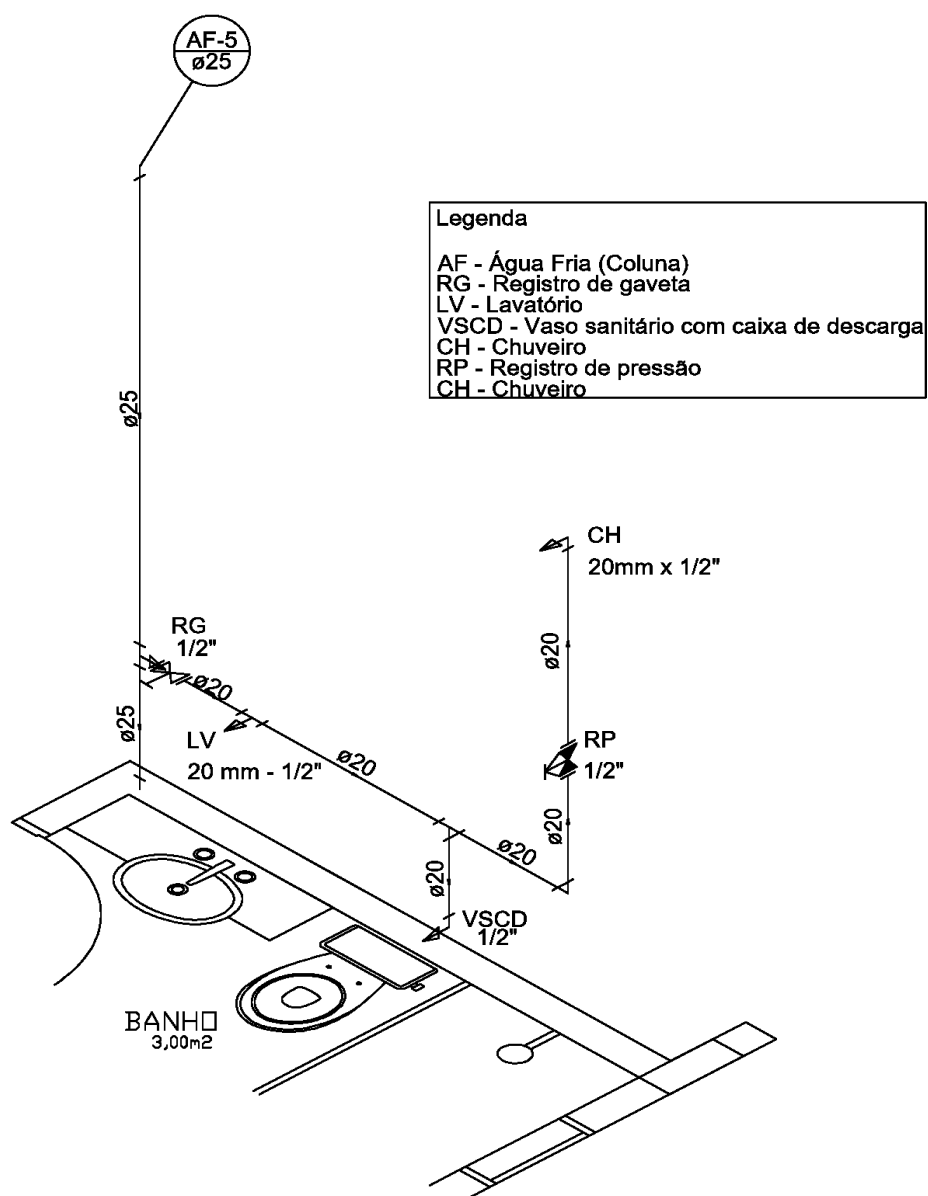
6.3.5 Lançamento das tubulações, peças de utilização e singularidades

Com as colunas lançadas, teve início o traçado das tubulações e a definição das peças de utilização e singularidades do projeto.

O lançamento dos tubos foi todo feito em PVC rígido soldável, e no programa pode ser feito de duas formas diferentes: lançamento em planta e lançamento por meio de um ambiente isométrico, o que permite uma melhor noção tridimensional do projeto.

Para o projeto com medição coletiva, foram lançadas as tubulações das colunas já demarcadas e a partir delas foram traçados os ramais e sub-ramais. Foram adotados tubos com DN 20, visando otimizar o seu dimensionamento após o lançamento completo da estrutura. Traçou-se também toda rede do barrilete, posicionada a uma altura de 10 cm em relação a laje da cobertura. A Figura 20 ilustra o traçado da rede em um banheiro próximo a coluna 5 no pavimento tipo 7.

Figura 20 - Detalhe isométrico de banheiro no pavimento 7



Fonte: Autor (2017)

Já para o projeto com medição individualizada, as tubulações foram traçadas dentro de diversos cômodos do apartamento, a uma altura de 270 cm, visando seu posicionamento sobre os forros.

Após o lançamento dos tubos, foi feito o posicionamento das peças de utilização e das singularidades. As peças de utilização apresentaram pouca variação, sendo já pré-cadastradas no programa. A Tabela 3 mostra as peças utilizadas nos projetos com e sem medição individualizada, com suas respectivas alturas de lançamento e quantidades lançadas.

Tabela 3 - Peças utilizadas no lançamento

Local	Peça de utilização	Altura do ponto de utilização	Quantidade lançada	
			Por apto	Total Edifício
Banheiros	Chuveiro	120 cm – registro 220 cm - chuveiro	2	43
	Vaso sanitário com caixa de descarga	15 cm	2	44
	Lavatório	60 cm	2	44
Cozinha/ Área	Torneira de pia de cozinha	60 cm	1	21
	Tanque	60 cm	1	21

Fonte: Autor (2017)

Dentre as singularidades, pode-se destacar o uso de dois tipos de registros: registro de pressão (RP) para chuveiros e registros de gaveta (RG) na entrada da rede nos banheiros e cozinhas.

Feito o lançamento dos tubos, o programa já indica pontos de possíveis singularidades como pendentes e sugere a colocação de algumas peças como curvas, joelhos, tês, etc. A escolha dessas singularidades foi conferida uma a uma, de acordo com a necessidade local. A lista completa de singularidades será tratada no item 6.4, no levantamento final dos quantitativos.

6.3.6 Lançamento de hidrômetros individuais

Além do lançamento das tubulações e singularidades, foram lançados também hidrômetros individuais no projeto com SMI. O programa, no entanto, não realiza o lançamento de perda de carga na passagem pelos hidrômetros individuais, cabendo ao usuário realizá-la manualmente através do lançamento em comprimento equivalente de tubulação. De acordo com a ABNT NBR 5626:1998, a perda de carga em hidrômetros pode ser dada por:

$$\Delta h = (36 \times Q)^2 \times (Q_{\max})^{-2}$$

em que:

- Δh é a perda de carga no hidrômetro, em quilopascal;
- Q é a vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;
- $Q_{\max}$ é a vazão máxima especificada para o hidrômetro, em metros cúbicos por hora.

Sabendo que a perda de carga unitária (J) é calculada pelo programa, pode-se chegar que o comprimento equivalente é dado por:

$$\text{Comprimento equivalente} = \frac{\text{Perda de carga}}{\text{Perda de carga unitária (J)}}$$

Para o projeto com SMI foram utilizados hidrômetros individuais de vazão máxima 3 m³/h, com tubulação de entrada em dois diâmetros diferentes. A Tabela 4 a seguir traz os comprimentos equivalentes calculados e lançados para os hidrômetros individuais.

Tabela 4 - Cálculo da perda de carga para hidrômetros individuais

DN entrada	Q (L/s)	Q máx (m³/h)	Δh (m.c.a)	J (m/m)	C.E. (m)
20 mm (3/4")	0,5	3	3,6	0,1955	18,41
32 mm x 20 mm (3/4")	0,5	3	3,6	0,0515	69,90

Fonte: Autor (2017)

O Anexo E apresenta o desenho do posicionamento dos hidrômetros no pavimento tipo, mostrando a derivação da coluna e a ramificação para os três apartamentos.

6.3.7 Verificações

Assim que lançada a rede de água do edifício, o programa é capaz de realizar algumas verificações, que visam conferir a rede lançada quanto a alguns fatores.

Ainda durante o lançamento, verificou-se as tubulações quanto a proximidade e quanto ao escoamento. A verificação de proximidade é feita para conferir o posicionamento das singularidades. Ao se posicionar uma peça muito próxima a outra, o programa emite um aviso, cabendo ao usuário mudar o posicionamento da peça. A verificação de fluxo confere o encaixamento das tubulações, avisando sobre possíveis interrupções de rede com vazamentos ou finais de rede onde não se posicionou uma peça de utilização.

Feito o lançamento de toda estrutura, verificou-se as pressões e os diâmetros das tubulações. A ABNT NBR 5626:1998 traça valores máximos e mínimos de pressão para os pontos de utilização da estrutura, sendo eles:

- Em qualquer caso, a pressão não deve ser inferior a 10 kPa, com exceção do ponto da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor do que este valor, até um

mínimo de 5 kPa, e do ponto da válvula de descarga para bacia sanitária onde a pressão não deve ser inferior a 15 kPa;

- Em condições estáticas (sem escoamento), a pressão da água em qualquer ponto de utilização da rede predial de distribuição não deve ser superior a 400 kPa.

Inicialmente, foram encontrados diversos pontos onde não se atendia a pressão mínima nos dois projetos, demandando alterações na rede a montante dos pontos de utilização. Para atendimento de pressões nos pontos mais desfavoráveis, observou-se algumas medidas capazes de aumentar a pressão disponível ou reduzir a pressão demandada:

- Elevação do reservatório, aumentando a diferença de cota entre a saída de água e os pontos de utilização;
- Diminuição da velocidade da água nas tubulações – na aba dimensionamento, já mencionada – levando a um consequente aumento de diâmetro e redução das perdas de carga nas tubulações de todo o edifício. Essa medida deve ser controlada, uma vez que uma diminuição significativa da velocidade pode gerar um superdimensionamento de toda estrutura;
- Aumento pontual de diâmetros, feito de forma manual e focada em pontos de elevada perda de carga.

A princípio, elevou-se a caixa d'água a uma altura de 3,50 metros, reduzindo alguns pontos de pressão não atendida.

Posteriormente, optou-se pela diminuição da velocidade nas tubulações para o cálculo dos diâmetros e perdas de carga nos dois sistemas. A velocidade inicial adotada como 3 m/s foi reduzida para 2,5 m/s. Os diâmetros de todo edifício foram recalculados e número de pontos de pressão não atendida reduziu para 8 no projeto com medição coletiva e para 5 no projeto com medição individualizada. A Figura 21 apresenta o relatório emitido pelo programa, listando os pontos de pressão não atendida para os dois projetos.

Figura 21 - Relatório emitido para verificação de pressões no projeto sem SMI (esq) e com SMI (dir)

AltoQi Hydros V4 -	AltoQi Hydros V4 -
Mensagens	Mensagens
Pavimento Terreo Ok	Pavimento Terreo Ok
Pavimento Tipo 1 Ok	Pavimento Tipo 1 Ok
Pavimento Tipo 2 Ok	Pavimento Tipo 2 Ok
Pavimento Tipo 3 Ok	Pavimento Tipo 3 Ok
Pavimento Tipo 4 Ok	Pavimento Tipo 4 Ok
Pavimento Tipo 5 Ok	Pavimento Tipo 5 Ok
Pavimento Tipo 6 Pavimento - Elementos com pressao insuficiente: 1	Pavimento Tipo 6 Ok
Pavimento Tipo 7 Pavimento - Elementos com pressao insuficiente: 7	Pavimento Tipo 7 Pavimento - Elementos com pressao insuficiente: 5
Pavimento Cobertura Ok	Pavimento Cobertura Ok
Total de problemas encontrados no projeto: 8	Total de problemas encontrados no projeto: 5

Fonte: Autor (2017)

Por fim, através de uma série de simulações foi feito o aumento pontual do diâmetro de algumas tubulações com perda de carga elevada. Para o projeto com medição coletiva, aumentou-se o diâmetro de 11 tubulações no barrilete, local com tubulações horizontais com elevada perda de carga. Já no projeto com medição individualizada, alterou-se o diâmetro de 19 tubulações no pavimento tipo 7, local onde se encontravam todos os pontos de pressão não atendida.

O Hydros apresenta uma ampla quantidade de ferramentas capazes de analisar o dimensionamento hidráulico. O programa consegue encontrar e emitir um relatório completo sobre os diversos pontos da rede onde as pressões se apresentam mais desfavoráveis. O relatório é emitido em forma de planilha, e assim como o determinado pela ABNT NBR 5626:1998, divide o caminhamento da tubulação em trecho, mostrando suas vazões e perdas de cargas até se chegar no ponto de interesse. A Figura 22 ilustra o relatório do Hydros emitido para um ponto de utilização no projeto com medição coletiva. O ponto se trata de um chuveiro, localizado na parte mais extrema do edifício e representa o local com a pressão mais desfavorável encontrado nos dois projetos. Ao final do relatório, percebe-se que o ponto apresentou pressão dinâmica disponível exatamente igual a mínima necessária.

Figura 22 - Relatório de pressão para o ponto mais desfavorável

AltoQi Hydros V4 - Água fria

Dimensionamento:

PLANILHA DE CALCULO DAS PRESSOES

Conexao analisada: PVC rigido soldavel - Chuveiro - 20mm x 1/2"

Pavimento: Tipo 7

Detalhe: H1

Nivel geometrico: 21.80 m

Processo de calculo: Universal

Nivel da conexao extrema: 25.90 m

Trecho	Vazao (l/s)	Diametro (mm)	Veloc. (m/s)	L tubo (m)	L equiv (m)	L total (m)	J (m/m)	Perda (m.c.a)	Altura (m)	Desnivel (m)	P. Disp. (m.c.a)	P. Jusante (m.c.a)
1-2	2.33	40	1.85	2.50	0.00	2.50	0.1068	0.27	25.90	2.50	2.50	2.23
2-3	2.33	40	1.85	0.90	0.40	1.30	0.1068	0.11	23.40	0.90	3.13	3.03
3-4	2.33	40	1.85	1.73	1.30	3.03	0.1068	0.22	22.50	0.00	3.03	2.80
4-5	1.77	40	1.41	1.52	0.00	1.52	0.0511	0.08	22.50	0.00	2.80	2.73
5-6	1.65	32	2.05	1.26	2.20	3.46	0.1718	0.31	22.50	0.00	2.73	2.41
6-7	1.33	32	1.65	3.05	2.20	5.25	0.1141	0.42	22.50	0.00	2.41	2.00
7-8	0.94	25	1.91	1.00	2.20	3.20	0.2068	0.24	22.50	0.00	2.00	1.75
8-9	0.66	25	1.35	2.54	1.50	4.04	0.0843	0.25	22.50	0.00	1.75	1.50
9-10	0.66	20	2.11	0.10	0.60	0.70	0.3332	0.08	22.50	0.10	1.60	1.52
10-11	0.66	20	2.11	2.20	0.06	2.26	0.3332	0.74	22.40	2.20	3.72	2.98
11-12	0.25	20	0.80	0.15	2.40	2.55	0.0442	0.11	20.20	0.00	2.98	2.86
12-13	0.25	20	0.80	0.25	0.20	0.45	0.0442	0.02	20.20	0.00	2.86	2.84
13-14	0.19	15	1.07	0.47	0.80	1.27	0.1062	0.07	20.20	0.00	2.84	2.77
14-15	0.10	15	0.57	0.95	0.70	1.65	0.0350	0.06	20.20	0.00	2.77	2.71
15-16	0.10	15	0.57	0.60	0.40	1.00	0.0350	0.04	20.20	-0.60	2.11	2.08
16-17	0.10	15	0.57	1.00	0.10	1.10	0.0350	0.04	20.80	-1.00	1.08	1.04
17-18	0.10	15	0.57	0.00	1.10	1.10	0.0350	0.04	21.80	0.00	1.04	1.00

Pressao estatica total: 4.10 m.c.a.

Perda de carga total: 3.10 m.c.a.

Pressao dinamica disponivel: 1.00 m.c.a.

Pressao minima necessaria = 1.00 m.c.a.

-> Situacao: Pressao suficiente

Fonte: Autor (2017)

6.3.8 Detalhes do projeto

O Hydros possui ferramentas muito úteis que permitem uma melhor visualização da estrutura, como o “visualizador isométrico” e o “esquema vertical de água”. O Anexo F mostra o esquema vertical para o projeto com medição coletiva. Nele, é possível se identificar os diâmetros das tubulações, cotas e peso acumulado, valor utilizado no dimensionamento das tubulações.

Já o Anexo G, traz o mesmo esquema para o projeto com medição individualizada. Por apresentar uma única coluna, o desenho se apresenta muito menor se comparado ao de medição coletiva.

Por fim, o Anexo H apresenta o detalhamento de um banheiro no sistema individualizado. As peças de utilização e as tubulações foram traçadas de forma semelhante ao banheiro da Figura 20, sendo a grande diferença a tubulação de chegada, um ramal e não uma coluna como na medição coletiva.

6.4 Levantamento dos quantitativos e orçamento dos sistemas

Feito o lançamento e as verificações, é possível dentro do próprio programa, realizar um levantamento das peças utilizadas com suas respectivas quantidades.

A fim de realizar uma análise comparativa da instalação dos sistemas de medição individuais e coletivas, o custo de instalação de cada sistema foi orçado com auxílio do site OrçaFascio. O site apresenta uma completa ferramenta de orçamento, podendo realizar levantamentos através de diversos bancos de dados. O levantamento foi feito conforme dados do SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) de Outubro de 2017. Alguns insumos não encontrados no SINAPI foram encontrados no banco de dados do SETOP (Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas), com valores referentes ao mês de Julho de 2017 para a região do Triângulo e Alto Paranaíba, em MG.

O site é pago, porém é disponibilizada uma versão de teste gratuita de 7 dias. A entrada dos quantitativos é feita com a sua descrição e a quantidade (em unidade ou metro), e então o programa armazena e emite uma tabela com todos os insumos lançados. As planilhas completas emitidas para orçamento do sistema com medição coletiva e medição individualizada estão respectivamente nos Anexos G e H. A Tabela 5 a seguir traz o custo total dos materiais orçados nos dois diferentes projetos, sem e com o sistema de medição individualizada

Tabela 5 - Comparativo do preço de cada sistema

Custo total de materiais sem o SMI	Custo total de materiais com o SMI
R\$ 14.041,01	R\$ 17.560,83

Fonte: Autor (2017)

6.5 Análise Final

Apesar dos valores de custo das Tabelas 5 e 6 representarem apenas o custo dos materiais da rede traçada a partir da caixa d'água, percebe-se que o sistema de medição individualizada apresenta um custo de implantação maior se comparado ao coletivo. Pode-se por fim fazer algumas observações quanto aos levantamentos dos Anexos C e D e quanto ao custo total dos dois sistemas:

- O projeto com medição individualizada se mostrou 25% mais caro quando comparado ao projeto com medição coletiva;
- Com SMI, houve um aumento de aproximadamente 250 metros de tubulação, ou cerca de 50%;

- Já em relação ao custo, o gasto com as tubulações subiu de R\$1.283,19 para R\$ 2.018,27, representando um acréscimo de 57%;
- O gasto com hidrômetros representou um acréscimo de R\$2.072,40 para o projeto com SMI, representando 12% do custo de todo sistema.

Embora os custos percentuais apresentem valores elevados, é possível notar que os valores absolutos podem ser considerados relativamente baixos (R\$167 por apartamento). Considerando-se que o valor da conta de água é reduzido de forma significativa na medição individualizada, conclui-se que o valor a ser pago pela infraestrutura do SMI pode ser facilmente pago em poucos meses com a economia na conta de água, o que torna interessante e viável o uso dessa alternativa.

Conclusão

A água é indispensável a vida. A sua escassez vem causando preocupação ao homem, que é obrigado cada vez mais a fazer o uso consciente desse recurso. Na engenharia civil, o uso de hidrômetros para medição individualizada de água em condomínios verticais multifamiliares vem se mostrando uma alternativa muito boa para racionalizar o consumo de água.

Esse trabalho permitiu analisar vantagens, desvantagens e diversas soluções para implementação do sistema de medição hídrica individualizada. O cenário atual da construção civil apresenta uma tendência de mercado crescente para o uso desse sistema, o que mostra a importância da análise de sua viabilidade econômica ainda durante a fase de projeto de um edifício. Somado a isso, a legislação brasileira vem se mostrando uma aliada ao uso do SMI através do surgimento de leis municipais, estaduais e mais recentemente a Lei Federal nº13.312, que obriga o uso dessa alternativa. Apesar da validade prevista para construções após 2021, essa lei vem alterar de vez os projetos hidráulicos prediais, trazendo uma proposta de projetos com foco no uso consciente da água, através de um sistema que mesmo com custo de implantação mais caro, apresenta grande eficácia e altos índices de satisfação.

Por fim, é possível afirmar que o estudo de caso feito com auxílio do *software* Hydros vem de encontro a duas das mais importantes tendências atuais da engenharia civil: o uso de ferramentas computacionais e a criação de projetos que visam buscar a preservação e conservação de recursos naturais.

Referências

AltoQi. **Sistema predial de água quente: conceito e normas**. Disponível em <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/sistema-predial-de-agua-quente-conceito-e-normas/>> Acesso em 05 de dezembro de 2017.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-7198: Projeto e execução de instalações prediais de água quente**. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-15806: Sistemas de medição predial remota e centralizada de consumo de água e gás**. Rio de Janeiro, 2010.

BUSSOLO, R.S. **Comparativo executivo e econômico de medição coletiva e individual de água em edifícios residenciais multifamiliares**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

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

CAS TECNOLOGIA. **Individualização da conta de água leva economia a prédios**. Disponível em <<http://www.castecnologia.com.br/16042017-o-estado-de-spaulo/>> Acesso em 05 de dezembro de 2017.

COELHO, A.C. **Medição de água individualizada – Manual do condomínio**. Olinda, 2004.

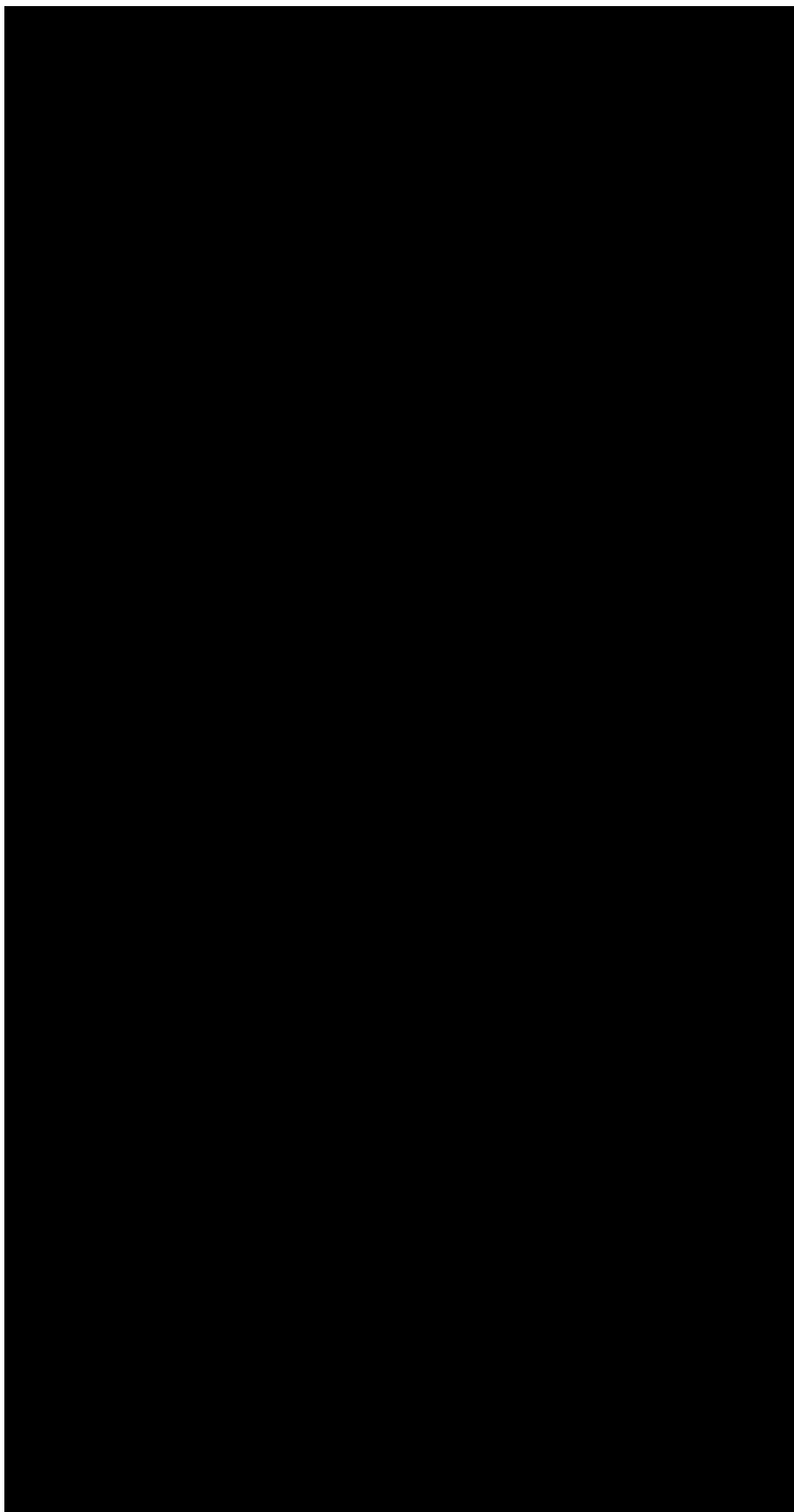
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000**.

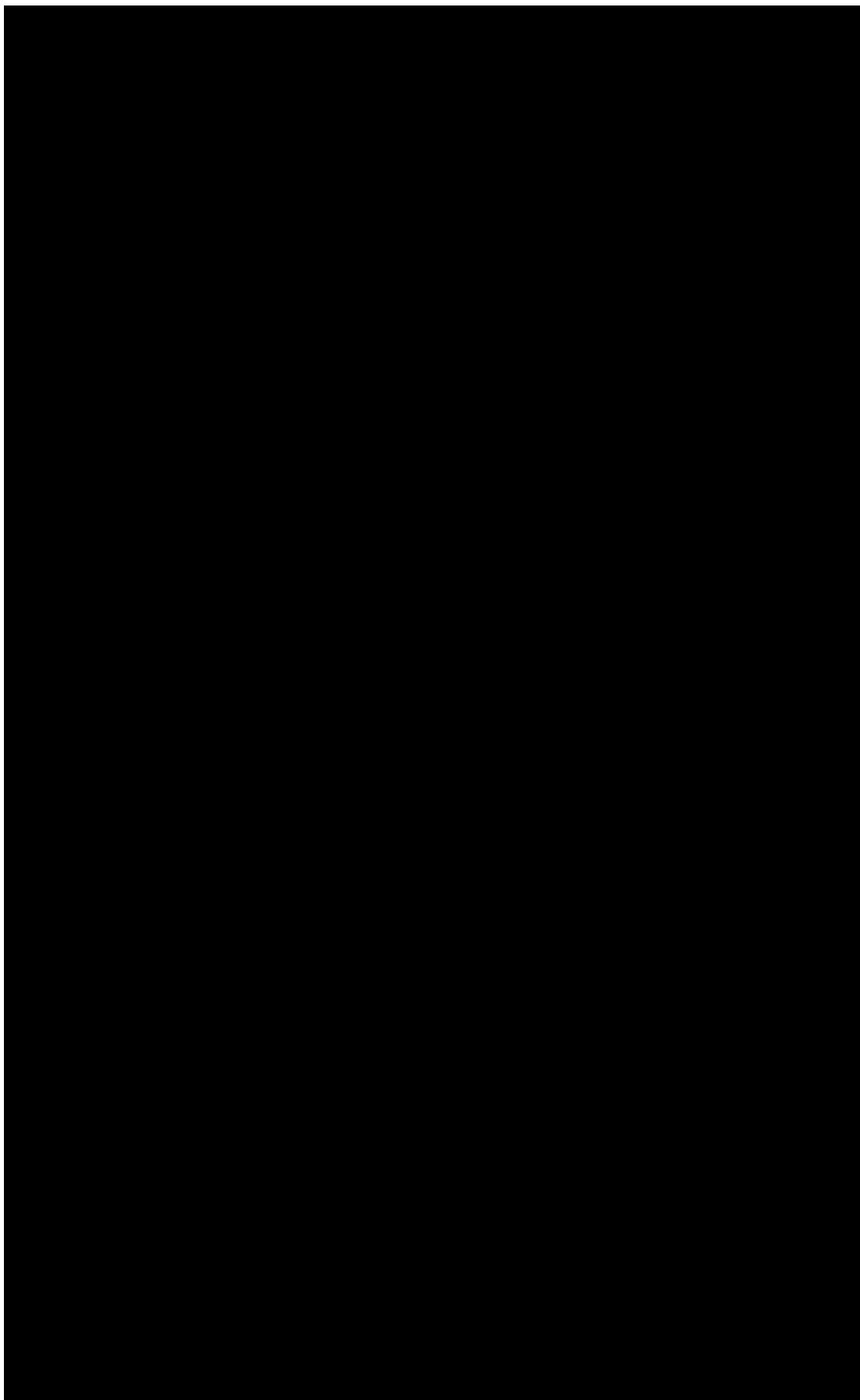
Manual do Arquiteto. **Cálculo do dimensionamento do reservatório**. Disponível em <<http://www.manualdoarquiteto.com.br/2014/04/calculo-do-dimensionamento-do.html/>> Acesso em 06 de dezembro 2017.

RW ENGENHARIA. **Como fazer a leitura do hidrômetro**. Disponível em <<http://www.rwengenharia.eng.br/como-fazer-a-leitura-do-hidrometro/>> Acesso em 23 de novembro 2017.

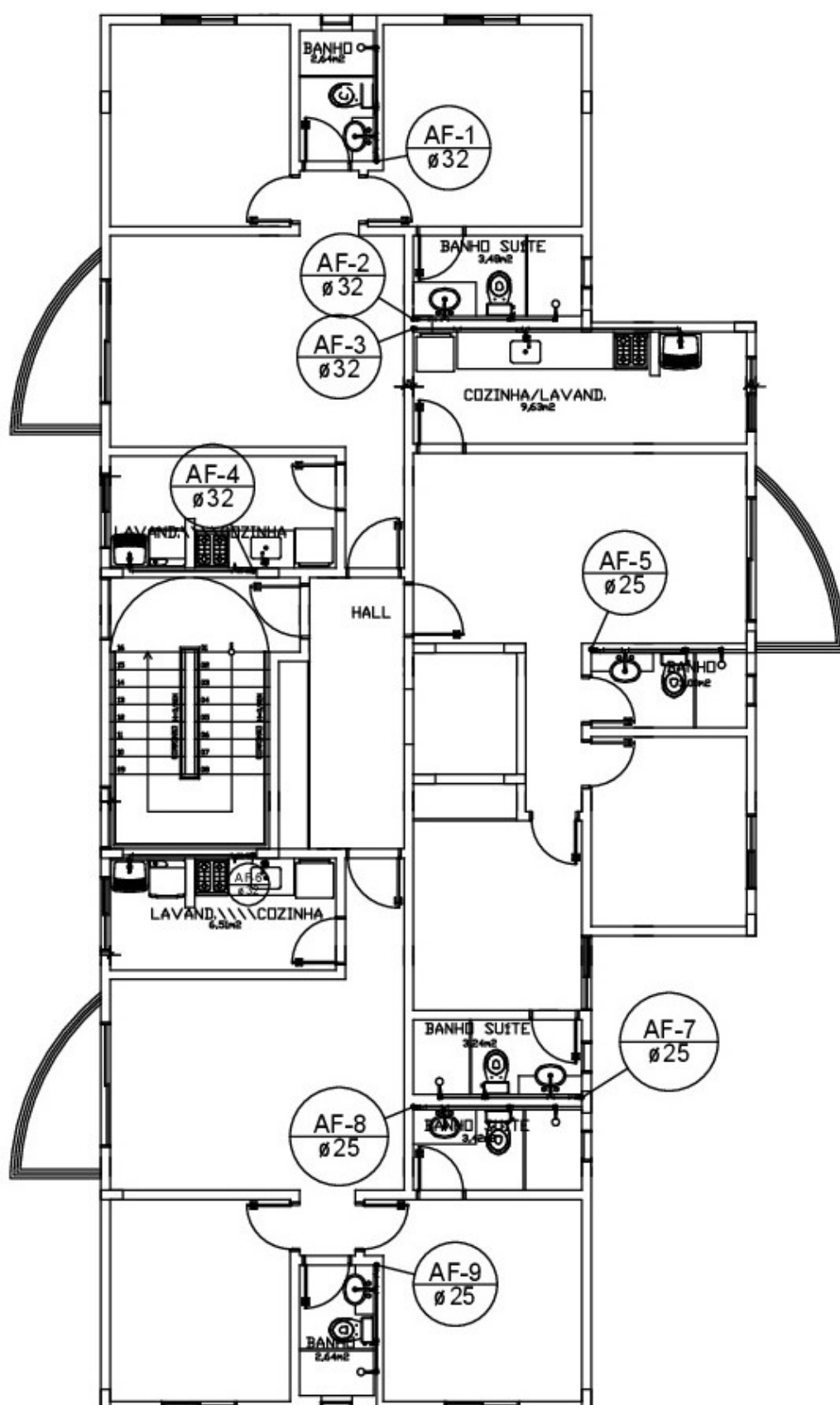
SANAE - SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE MEDIÇÃO DE ÁGUA. **Apostila ajustador de hidrômetros**. Caxias do Sul, 2004.

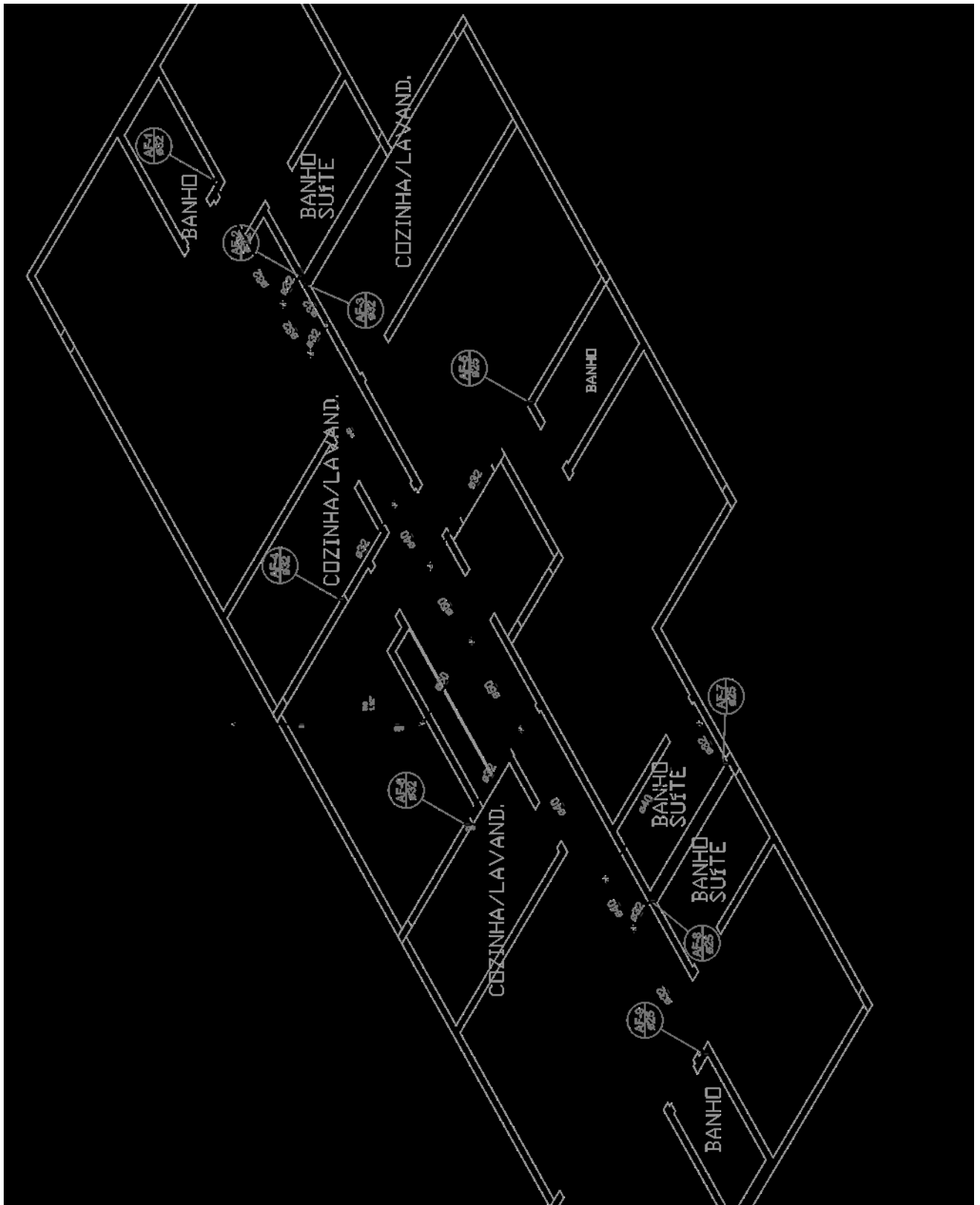
TAMAKI, H.O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Construção Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

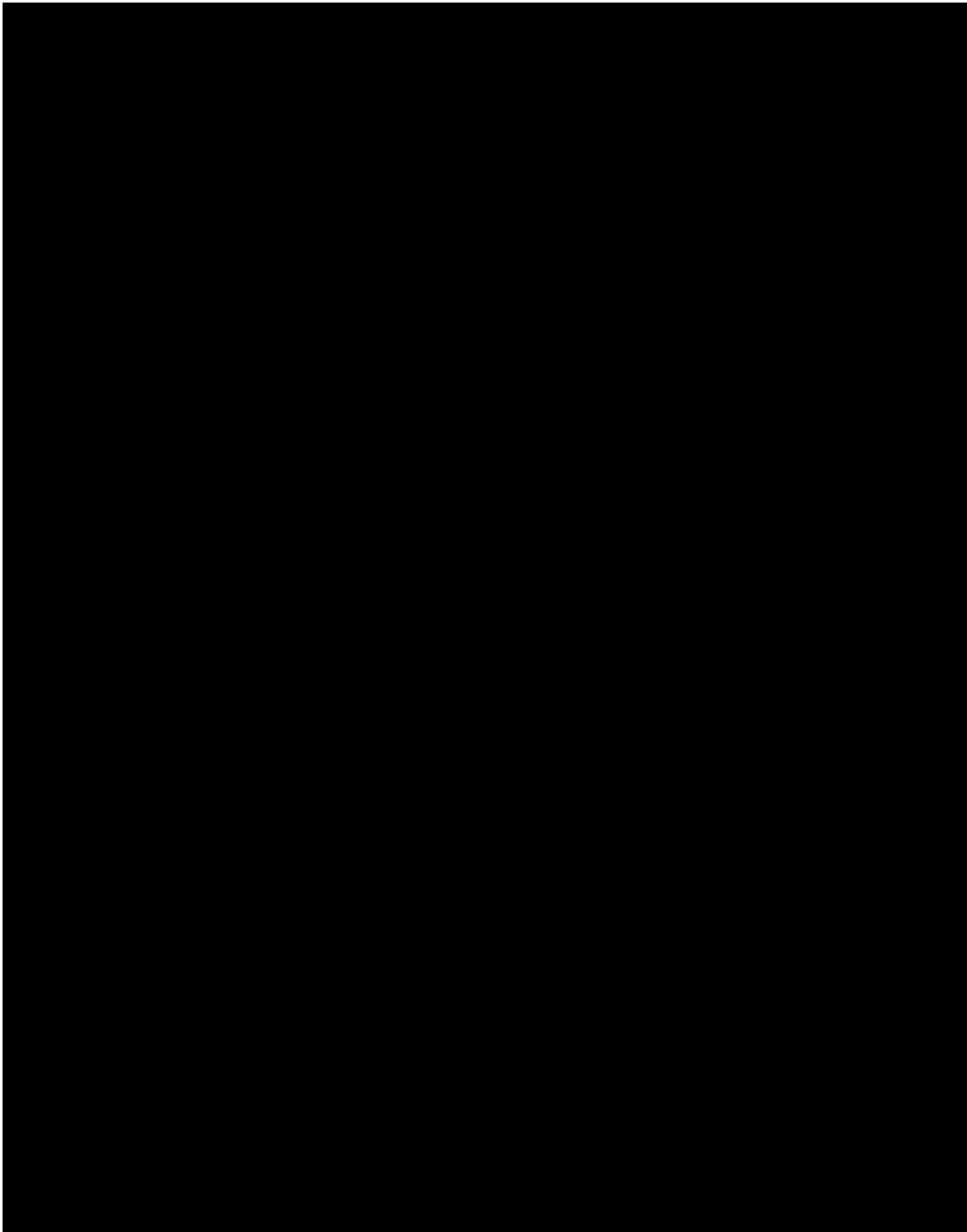
Anexo A – Planta baixa do pavimento térreo

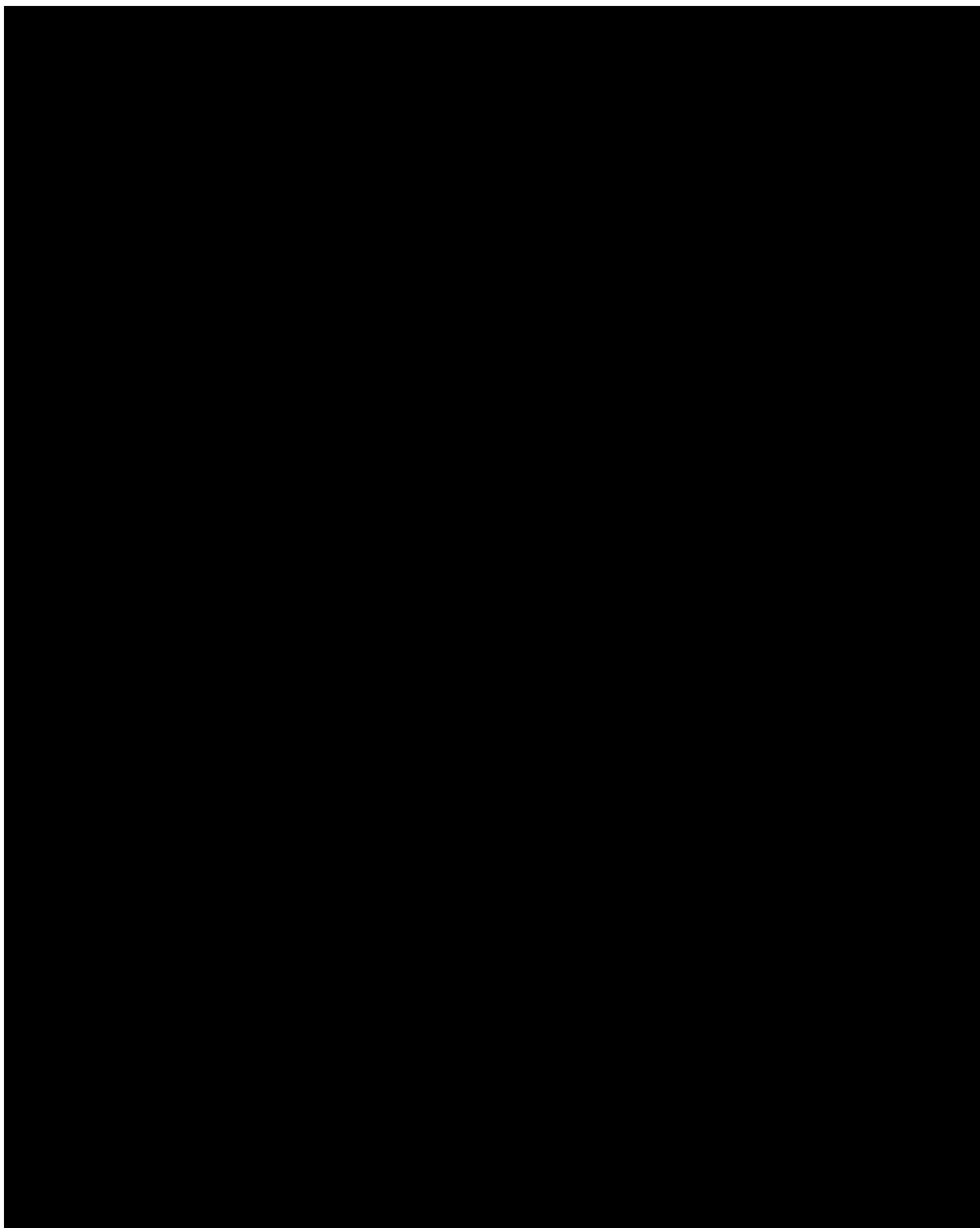
Anexo B – Planta baixa do pavimento tipo

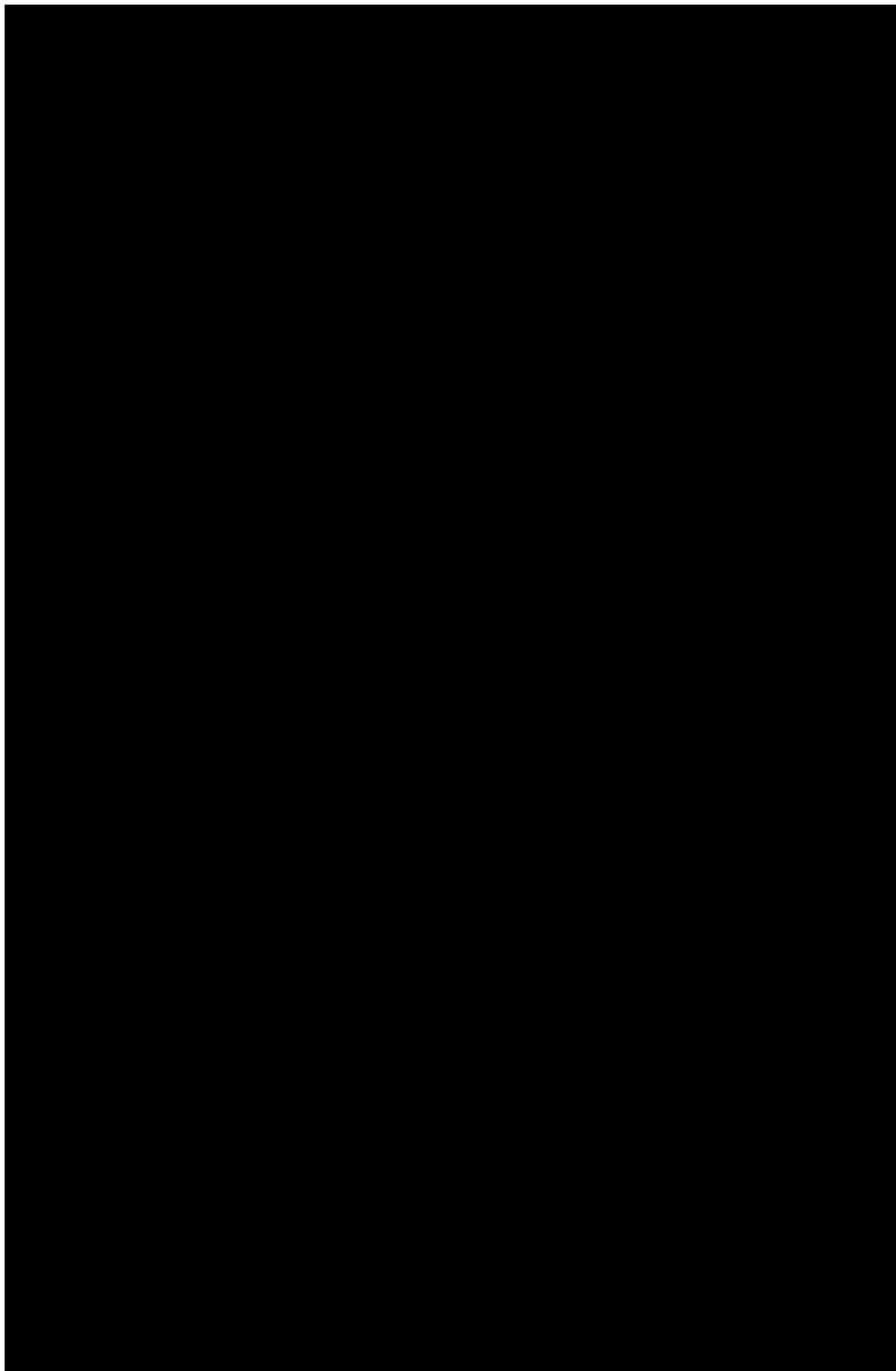
Anexo C – Posicionamento das colunas no pavimento tipo

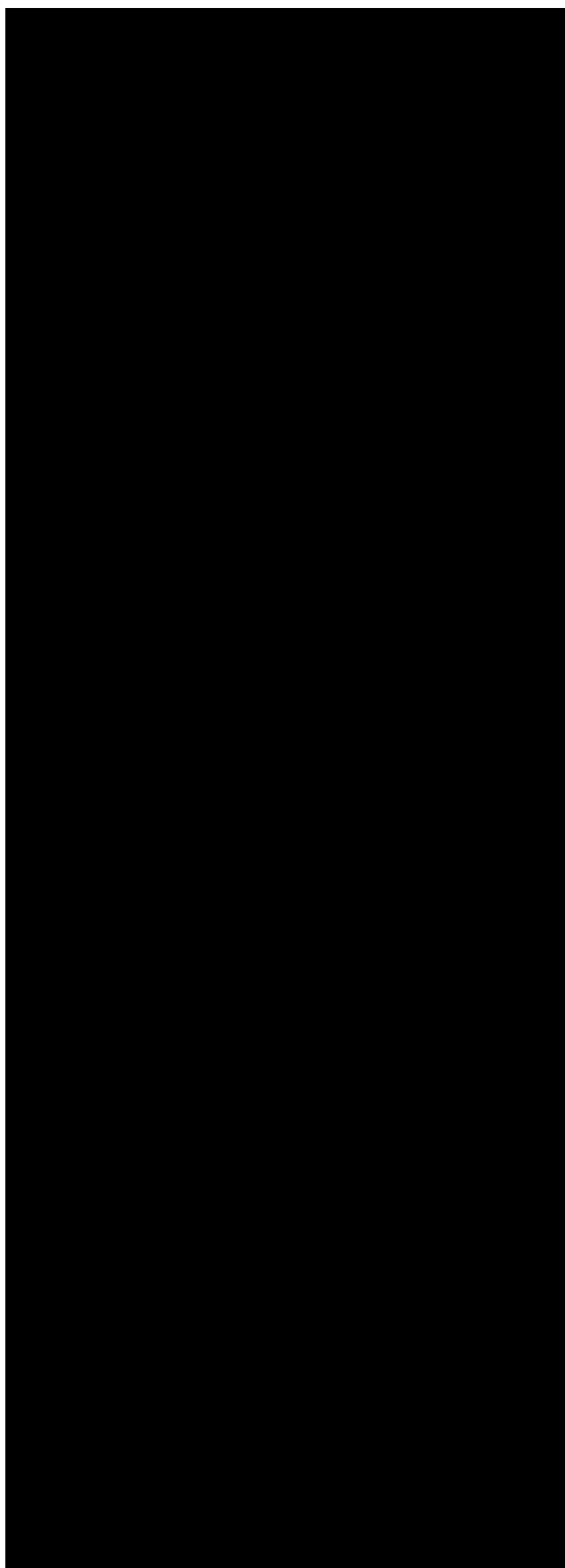


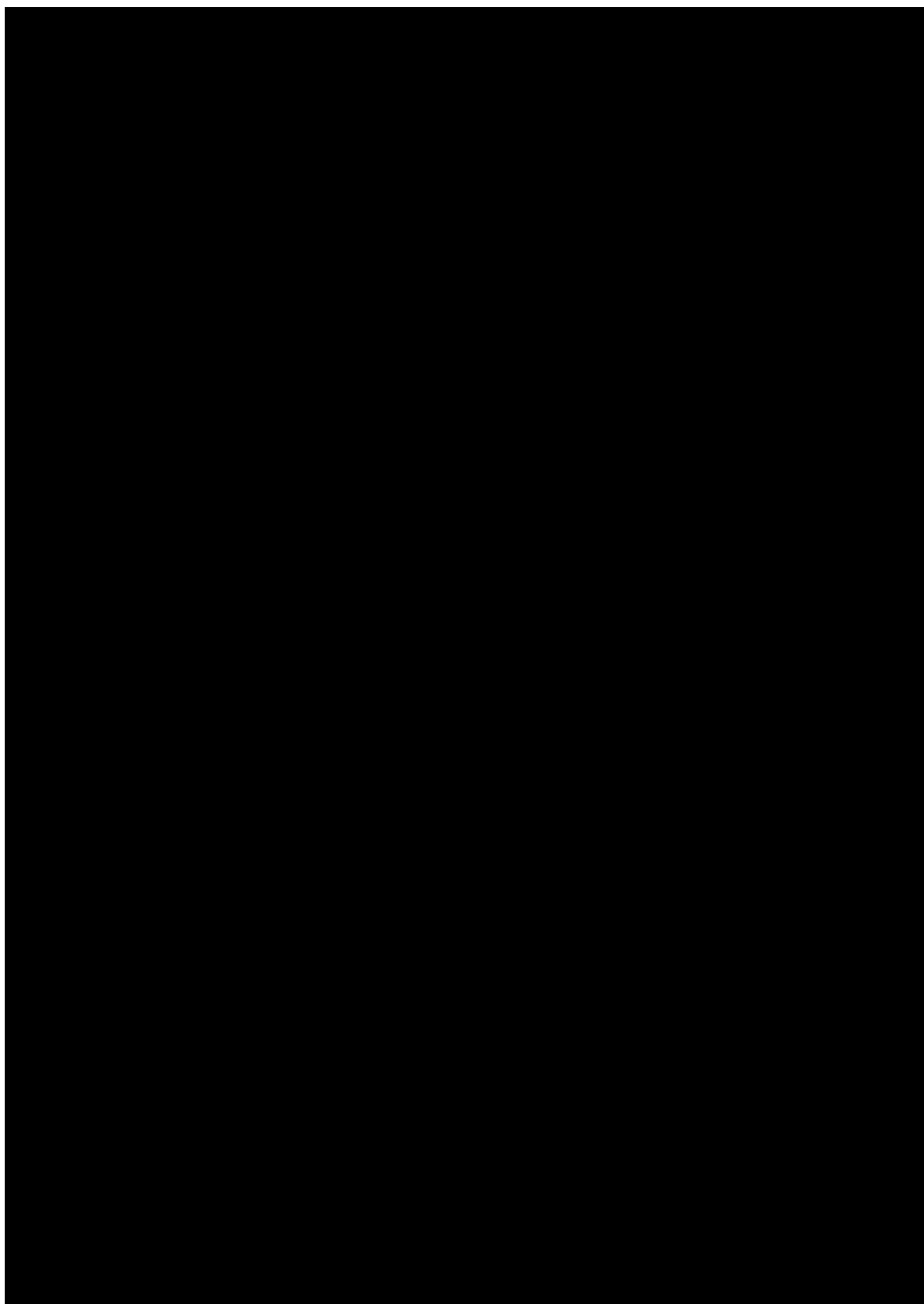
Anexo D – Detalhe isométrico do Barrilete

Anexo E – Posicionamento dos hidrômetros

Anexo F – Esquema vertical de água para SMC – Parte 1

Anexo – F Esquema vertical de água para SMC – Parte 2

Anexo G – Esquema vertical de água para SMI

Anexo H – Banheiro no projeto com SMI

Anexo I – Orçamento do projeto com medição coletiva

Descrição do Orçamento			Bancos Utiliz:		SINAPI - 10/2017 - MG		
Edifício TCC - Medição Coletiva					SETOP - 07/2017 - MG		
Planilha Orçamentária Sintética							
Item	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
1	SINAPI	CHUVEIRO COMUM EM PLASTICO BRANCO, COMMaterial		UN	43,00	48,20	2.072,60
		CANO, 3 TEMPERATURAS, 5500 W (110/220 V)					
2	SINAPI	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA COZINHA BICAMaterial		UN	21,00	77,63	1.630,23
		MOVEL COM AREJADOR 1/2 " OU 3/4 " (REF 1167)					
3	SETOP	TORNEIRA PARA TANQUE EM METAL, CROMADO, Material		UN	21,00	38,61	810,81
		1/2" - REF. 1152					
4	SINAPI	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA LAVATORIO, Material		UN	44,00	66,23	2.914,12
		BICA ALTA (REF 1195)					
5	SETOP	REGISTRO DE PRESSÃO COM CANOPLA - PADRÃOMaterial		UN	43,00	35,79	1.538,97
		MÉDIO (BITOLA: 1/2 ")					
6	SETOP	REGISTRO DE GAVETA - PADRÃO MÉDIO (DIÂMETROMaterial		UN	43,00	18,08	777,44
		DA SEÇÃO: 1/2 " / TIPO DE ACABAMENTO: BRUTO)					
7	SETOP	REGISTRO DE GAVETA - PADRÃO MÉDIO (DIÂMETROMaterial		UN	23,00	21,46	493,58
		DA SEÇÃO: 3/4 " / TIPO DE ACABAMENTO: BRUTO)					
8	SETOP	BOLSA DE LIGAÇÃO DE BORRACHA PARA VASOMaterial		UN	44,00	2,28	100,32
		SANTÁRIO (DIÂMETRO DA SEÇÃO: 1 1/2 ")					
9	SETOP	CAIXA DE DESCARGA PLÁSTICA SUSPENSAMaterial		UN	44,00	26,20	1.152,80
		(VOLUME: 9,00 L)					
10	SINAPI	ENGATE/RABICHO FLEXIVEL PLASTICO (PVC OUMaterial		UN	44,00	3,54	155,76
		ABS) BRANCO 1/2 " X 30 CM					
11	SINAPI	TUBO DE DESCIDA EXTERNO DE PVC PARA CAIXA DEMaterial		UN	44,00	8,63	379,72
		DESCARGA EXTERNA ALTA - 40 MM X 1,60 M					
12	SINAPI	JOELHO PVC, SOLDAVEL COM ROSCA, 90 GRAUS, 20Material		UN	43,00	1,11	47,73
		MM X 1/2", PARA AGUA FRIA PREDIAL					
13	SINAPI	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDAVEL, 90 GRAUS, 25Material		UN	1,00	1,53	1,53
		MM X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL					
14	SINAPI	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDAVEL, 90 GRAUS, 32Material		UN	1,00	2,10	2,10
		MM X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL					
15	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 32 MMaterial		UN	1,00	3,94	3,94
		X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL					
16	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDAVEL CURTO COM BOLSA EMaterial		UN	82,00	0,73	59,86
		ROSCA, 20 MM X 1/2", PARA AGUA FRIA					

17	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E Material ROSCA, 25 MM X 3/4", PARA AGUA FRIA	UN	46,00	0,82	37,72
18	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E Material ROSCA, 32 MM X 1", PARA AGUA FRIA	UN	2,00	1,62	3,24
19	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, Material COM 25 X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	8,00	0,33	2,64
20	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, Material COM 32 X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	5,00	0,65	3,25
21	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, Material COM 40 X 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	1,37	2,74
22	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, Material COM 50 X 40 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	2,42	4,84
23	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 20 MM, PARA Material AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	87,00	1,40	121,80
24	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 25 MM, PARA Material AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	67,00	2,02	135,34
25	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 32 MM, PARA Material AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	18,00	4,08	73,44
26	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 50 MM, PARA Material AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	1,00	8,16	8,16
27	SINAPI	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, 25 Material MM X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	1,00	1,53	1,53
28	SINAPI	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, 32 MM X Material 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	5,00	2,10	10,50
29	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 20 MM, AGUA FRIA (NBR- Material 5648)	M	235,47	1,79	421,49
30	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR- Material 5648)	M	181,13	2,38	431,09
31	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 32 MM, AGUA FRIA (NBR- Material 5648)	M	53,15	5,10	271,07
32	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 40 MM, AGUA FRIA (NBR- Material 5648)	M	11,36	7,43	84,40
33	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 50 MM, PARA AGUA FRIA Material (NBR5648)	M	8,15	9,22	75,14
34	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 25 MM Material X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	30,00	2,02	60,60
35	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 32 MM Material X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	30,00	3,94	118,20
36	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 40 MM Material X 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	3,00	5,37	16,11

37	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDAVEL, 90 GRAUS, 50 MM Material X 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	8,10	16,20
Total Geral						R\$ 14.041,01

Anexo J – Orçamento do projeto com medição individualizada

Descrição do Orçamento			Bancos Utiliz:		SINAPI - 10/2017 - MG		
Edifício TCC - Medição Individualizada					SETOP - 07/2017 - MG		
Planilha Orçamentária Sintética							
Item	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant.	Valor Unit	Total
1	SINAPI	CHUVEIRO COMUM EM PLASTICO BRANCO, COMMaterial		UN	43,00	48,20	2.072,60
		CANO, 3 TEMPERATURAS, 5500 W (110/220 V)					
2	SINAPI	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA COZINHA BICAMaterial		UN	21,00	77,63	1.630,23
		MOVEL COM AREJADOR 1/2 " OU 3/4 " (REF 1167)					
3	SETOP	TORNEIRA PARA TANQUE EM METAL, CROMADO, Material		UN	21,00	38,61	810,81
		1/2" - REF. 1152					
4	SINAPI	TORNEIRA CROMADA DE MESA PARA LAVATORIO, Material		UN	44,00	66,23	2.914,12
		BICA ALTA (REF 1195)					
5	SETOP	REGISTRO DE PRESSÃO COM CANOPLA - PADRÃOMaterial		UN	43,00	35,79	1.538,97
		MÉDIO (BITOLA: 1/2 ")					
6	SETOP	REGISTRO DE GAVETA - PADRÃO MÉDIO (DIÂMETROMaterial		UN	49,00	18,08	885,92
		DA SEÇÃO: 1/2 " / TIPO DE ACABAMENTO: BRUTO)					
7	SETOP	REGISTRO DE GAVETA - PADRÃO MÉDIO (DIÂMETROMaterial		UN	24,00	21,46	515,04
		DA SEÇÃO: 3/4 " / TIPO DE ACABAMENTO: BRUTO)					
8	SETOP	REGISTRO DE GAVETA - PADRÃO MÉDIO (DIÂMETROMaterial		UN	15,00	29,21	438,15
		DA SEÇÃO: 1 " / TIPO DE ACABAMENTO: BRUTO)					
9	SETOP	BOLSA DE LIGAÇÃO DE BORRACHA PARA VASOMaterial		UN	44,00	2,28	100,32
		SANTÁRIO (DIÂMETRO DA SEÇÃO: 1 1/2 ")					
10	SETOP	CAIXA DE DESCARGA PLÁSTICA SUSPENSAMaterial		UN	44,00	26,20	1.152,80
		(VOLUME: 9,00 L)					
11	SINAPI	ENGATE/RABICHO FLEXIVEL PLASTICO (PVC OUMaterial		UN	44,00	3,54	155,76
		ABS) BRANCO 1/2 " X 30 CM					
12	SINAPI	TUBO DE DESCIDA EXTERNO DE PVC PARA CAIXA DEMaterial		UN	44,00	8,63	379,72
		DESCARGA EXTERNA ALTA - 40 MM X 1,60 M					
13	SINAPI	JOELHO PVC, SOLDAVEL COM ROSCA, 90 GRAUS, 20Material		UN	44,00	1,11	48,84
		MM X 1/2", PARA AGUA FRIA PREDIAL					
14	SINAPI	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDAVEL, 90 GRAUS, 32Material		UN	7,00	2,10	14,70
		MM X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL					
15	SINAPI	LUVA SOLDAVEL COM ROSCA, PVC, 20 MM X 1/2",Material		UN	2,00	0,78	1,56
		PARA AGUA FRIA PREDIAL					
16	SINAPI	LUVA SOLDAVEL COM ROSCA, PVC, 25 MM X 3/4",Material		UN	42,00	0,91	38,22
		PARA AGUA FRIA PREDIAL					

17	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 32 MM X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	Material	UN	7,00	3,94	27,58
18	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, 20 MM X 1/2", PARA AGUA FRIA	Material	UN	98,00	0,73	71,54
19	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, 25 MM X 3/4", PARA AGUA FRIA	Material	UN	48,00	0,82	39,36
20	SINAPI	ADAPTADOR PVC SOLDABEL CURTO COM BOLSA E ROSCA, 32 MM X 1", PARA AGUA FRIA	Material	UN	30,00	1,62	48,60
21	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, COM 25 X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	Material	UN	6,00	0,33	1,98
22	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, COM 32 X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	Material	UN	15,00	0,65	9,75
23	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, COM 40 X 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	Material	UN	1,00	1,37	1,37
24	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, CURTA, COM 50 X 40 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	Material	UN	1,00	2,42	2,42
25	SINAPI	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDABEL, LONGA, COM 32 X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	Material	UN	7,00	1,45	10,15
26	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	Material	UN	101,00	1,40	141,40
27	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	Material	UN	97,00	2,02	195,94
28	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	Material	UN	23,00	4,08	93,84
29	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 40 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	Material	UN	8,00	7,40	59,20
30	SINAPI	CURVA DE PVC 90 GRAUS, SOLDABEL, 50 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	Material	UN	3,00	8,16	24,48
31	SINAPI	JOELHO DE REDUCAO, PVC SOLDABEL, 90 GRAUS, 25 MM X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	Material	UN	2,00	1,53	3,06
32	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 20 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	Material	M	344,19	1,79	616,10
33	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	Material	M	249,17	2,38	593,02
34	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 32 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	Material	M	120,78	5,10	615,98
35	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 40 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	Material	M	14,77	7,43	109,74
36	SINAPI	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 50 MM, PARA AGUA FRIA (NBR5648)	Material	M	9,05	9,22	83,44

37	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 25 MM Material X 20 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	2,02	4,04
39	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 40 MM Material X 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	4,00	5,37	21,48
40	SINAPI	TE DE REDUCAO, PVC, SOLDABEL, 90 GRAUS, 50 MM Material X 32 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	2,00	8,10	16,20
41	SINAPI	HIDROMETRO UNIJATO, VAZAO MAXIMA DE 3,0 Material M3/H, DE 1/2"	UN	22,00	94,20	2.072,40
Total Geral					R\$ 17.560,83	