

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

LUIZ HENRIQUE DRAGONE

**ESTUDO PARA VIABILIDADE DE INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DE ÁGUA
EM UM EDIFÍCIO VERTICAL**

Joinville

2017

LUIZ HENRIQUE DRAGONE

**ESTUDO PARA VIABILIDADE DE INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DE ÁGUA
EM UM EDIFÍCIO VERTICAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Infraestrutura da Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Andréa H. Pfutzenreuter

Joinville

2017

**ESTUDO PARA VIABILIDADE DE INDIVIDUALIZAÇÃO DA MEDIÇÃO DE ÁGUA
EM UM EDIFÍCIO VERTICAL**

LUIZ HENRIQUE DRAGONE

Esta Monografia foi julgada e aprovada para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil de Infraestrutura na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 17 de Novembro de 2017.

Banca Examinadora:

Dr. Andréa Holz Pfitzenreuter
Presidente/Orientadora

Me. Eng. Simone Malutta
Membro

Me. Eng. Diego Antônio Custódio
Membro

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela existência em minha vida me dando forças para vencer os desafios e guiando-me.

Ao meu Pai, Miguel Angel Dragone, por não medir esforços a favor dos filhos, pelo apoio, ensinamentos e por ser um exemplo de caráter e honestidade.

Aos meus irmãos, Miguel Dragone Neto e Diandra Lis Dragone, pelos momentos compartilhados e pelo incentivo na busca de meus sonhos.

A minha namorada, Thalita de Andrade Silveira, pelo companheirismo e amizade criados nesses anos de convivências.

A minha orientadora, Andréa H. Pfutzenreuter, pelo tempo e conhecimento compartilhados para a realização deste trabalho.

Aos demais professoras da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Joinville, pelos ensinamentos que fizeram com que fosse possível chegar a essa etapa do curso.

Aos meus amigos da minha cidade natal, que sempre estiveram comigo e me deram apoio nos momentos bons e ruins. Em especial ao meu amigo Adilson Basso, proprietário da empresa Basso Arquitetura, pela disponibilidade em me atender oferecendo um de seus projetos para execução deste trabalho.

À família Rapeize, pelos momentos vividos ao longo desse período de faculdade. Sem eles eu não chegaria até aqui

RESUMO

Com o crescimento dos centros urbanos, o uso dos espaços tende a verticalizar as habitações e aumentar o número de pessoas por metro quadrado. O uso inconsequente da água é um assunto que debatido e recorrente com o passar dos anos, principalmente quando relacionado a escassez, custos do tratamento à potabilidade e os valores pagos pelos indivíduos. Com a política do consumo consciente e com um impacto direto no consumo residencial de água cita-se a lei que define como obrigatório, em habitações verticais, a medição individual de água por apartamento desde 2016. Devido ao fato da lei ser sancionada recentemente, é comum em edifícios verticais que a conta do consumo de água seja dividida por todos os apartamentos sem considerar o número de moradores por unidade, ou de equipamentos instalados. Com isso, a procura por projetos de transição de sistema de medição tem cada vez mais tendência de aumento de demanda. Este trabalho tem o objetivo de propor um projeto de individualização de medição de água em um edifício vertical onde a cobrança do consumo de água é feita de modo não individual. A análise do projeto será feita através do software de modelagem Revit possibilitando uma melhor visualização do projeto e quantitativos automáticos de peças. Com base nos resultados de quantitativos de peças e estimativa de obras necessárias, através do método de comparação entre o projeto executado e o proposto, é definido a viabilidade da aplicação do projeto sugerido.

Palavras-chave: Edifícios verticais. Consumo consciente de água. Medição individual. Transição de sistema.

ABSTRACT

The growth of urban centers leads to an integration of houses increasing the amount of people living per square meter. Improper use of water is a matter that is fully debated for the past years due to its few amount, cost of treatment to make it drinkable and the expensive water services bills. With the idea of correct usage and the impact it does in the residential use, since 2016 a law was made required the individual measuring in new multi-family buildings. Due to the fact that the law was recently approved, in normal multi-family buildings where the water bill is divided equally by the houses not considering the number of house dwellers or the installed equipment. Thereby, the request for projects that change the water supply system has an increasing demand. This dissertation has the objective of proposing a changing project of measuring of water in a building where the water bill is divided equally by apartments. The analysis of the project will be performed with help of Revit software making possible a better view to the project and automatically create schedule of pipe fittings. Based on the results of pipe fittings and estimate of necessary works, by comparing both projects, will be defined if it's possible or not to apply the proposed project.

Key-words: Multi-storey buildings. Correctly consumption of water. Individual measurement. System change.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DO SMI DE ÁGUA DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL	16
FIGURA 2: ESQUEMA DE SMI REMOTO POR RADIOFREQUÊNCIA	18
FIGURA 3: PROJETO ARQUITETÔNICO – FACHADA EM PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	22
FIGURA 4 PROJETO ARQUITETÔNICO - FUNDOS EM PERSPECTIVA ISOMÉTRICA.....	22
FIGURA 5: PROJETO ESTRUTURAL.....	23
FIGURA 6: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DO PROJETO HIDRÁULICO NÃO INDIVIDUALIZADO.....	24
FIGURA 7: PRIMEIRA OPÇÃO DE DESCIDA EM PLANTA.....	26
FIGURA 8: SEGUNDA OPÇÃO DE DESCIDA EM PLANTA.....	26
FIGURA 9: TERCEIRA OPÇÃO DE DESCIDA EM PLANTA.....	27
FIGURA 10: SUBDIVISÃO DOS TRECHOS ANALISADOS.....	32
FIGURA 11: VISTA FRONTAL DO RESERVATÓRIO.....	34
FIGURA 12: VÁLVULA TRANSFERIDORA DE PRESSÃO.....	34
FIGURA 13: PLANTA TÉRREO DO PROJETO NÃO INDIVIDUALIZADO.....	36
FIGURA 14: PLANTA TÉRREO DO PROJETO INDIVIDUALIZADO.....	36
FIGURA 15: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DOS BANHEIROS LATERAIS DO TÉRREO (PROJETO NÃO INDIVIDUALIZADO).....	37
FIGURA 16: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DOS BANHEIROS LATERAIS DO TÉRREO (PROJETO INDIVIDUALIZADO).....	38
FIGURA 17: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DO BANHEIRO CENTRAL 1 TÉRREO: A) NÃO INDIVIDUALIZADO B) INDIVIDUALIZADO	39
FIGURA 18: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DO BANHEIRO CENTRAL 2 TÉRREO: A) NÃO INDIVIDUALIZADO B) INDIVIDUALIZADO.....	39
FIGURA 19: PLANTA DE PAVIMENTO NÃO INDIVIDUALIZADO.....	40
FIGURA 20: PLANTA DE PAVIMENTO INDIVIDUALIZADO.....	41
FIGURA 21: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DOS BANHEIROS DOS APARTAMENTOS.....	42
FIGURA 22: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DAS COZINHAS E LAVANDERIAS DOS APARTAMENTOS.....	42

FIGURA 23: PERSPECTIVA ISOMÉTRICA DA ALIMENTAÇÃO DOS APARTAMENTOS DO PROJETO INDIVIDUALIZADO.	43
FIGURA 24: PLANTA DE COBERTURA DO PROJETO NÃO INDIVIDUALIZADO..	44
FIGURA 25:PLANTA DE COBERTURA DO PROJETO INDIVIDUALIZADO.	44

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: PRESSÃO MÍNIMA POR APARELHO.	29
TABELA 2: COMPRIMENTO EQUIVALENTE DAS CONEXÕES PELO DIÂMETRO NOMINAL.	30
TABELA 3: VALORES DE VAZÃO MÁXIMA.	31
TABELA 4: CÁLCULO DE PERDA DE CARGA POR TRECHOS.	32
TABELA 5: CUSTO DE PEÇAS DO PROJETO NÃO INDIVIDUAL.	48
TABELA 6: CUSTO DE PEÇAS DO PROJETO INDIVIDUAL.	49
TABELA 7: CUSTO DE PEÇAS PARA INDIVIDUALIZAÇÃO DE MEDIÇÃO DE ÁGUA.	50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. METODOLOGIA APLICADA	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	15
3.1 SISTEMAS DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA.....	16
3.2 NORMATIVAS E REGULAMENTAÇÕES.....	18
4. ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR	20
4.1 VIABILIDADE DE TRANSIÇÃO DE SISTEMA	25
4.2 CÁLCULOS E FORMULÁRIOS	28
4.2.1 APLICAÇÃO DOS CÁLCULOS	31
4.3 PROJETO DE ADEQUAÇÃO.....	35
5. ANÁLISE DE RESULTADOS.....	46
5.1 ESTIMATIVA DE CUSTOS.....	46
6. CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53
ANEXOS	56

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Souza (2008), a Agência Nacional das Águas afirma que a porção de água doce de fácil acesso e utilização é estimada em apenas 0,007% do total de água disponível no planeta.

Segundo Victorino (2007), o desperdício de água nas residências brasileiras chega a 70% com a água utilizada no banho, esse desperdício pode chegar até 78%. Em apenas uma ducha de 15 minutos, o montante de água que vai para o ralo passa dos 60 litros. Em banhos de imersão esse número se aproxima de 350 litros.

Barroso (2010) aponta que mudanças e estratégias tem sido tomadas para otimizar o uso e evitar desperdícios. No entanto, o consumo continua sendo superior aos recursos disponíveis. Em 2010 o número de pessoas vivendo em condições de elevado estresse hídrico era de um terço da população mundial e a estimativa para 2025 é que dois terços esteja nessa condição.

Duarte (2017) indica que os catarinenses consomem em média 47 litros de água a menos que a população brasileira, alcançando 153 litros de água por dia. Porém, o recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU) é o uso de 110 litros por dia para cada cidadão.

De acordo com Colussi et al. (2010), a maioria dos edifícios multifamiliares brasileiros ainda apresenta sistema de medição em função do rateio proporcional a área das habitações do consumo mensal, propiciando desperdício de água e cobrança injusta. Ferraro (2013) aponta a individualização da medição do consumo de água como uma medida que pode ser implantada na maioria dos edifícios de centros urbanos, geradora de mudança imediata no consumo.

A preocupação com o uso adequado da água e a crescente evolução vertical das cidades, incentivou a normatização de aspectos de projetos hidráulicos, como é o caso da medição individualizada do consumo da água. Para Ferraro (2013) a medição exata fornece a informação de consumo de cada habitação, auxiliando na comparação com uso de meses anteriores e favorecendo o uso consciente da água. A individualização induz as pessoas sem senso de responsabilidade ambiental, mas com a preocupação financeira, uma vez que o consumidor não tem mais o vizinho para dividir seu desperdício.

Artigos e estudos recentes (SOUZA, 2008; BARROS, 2010; COLUSSI et al., 2013; FERRARO, 2013; COSTA, 2016), apresentam aspectos positivos e econômicos que a medição individual pode gerar. Souza (2008) apresenta um estudo de caso em que o impacto da medição individualizada gera uma economia de 15%, resultando na diminuição de 207 litros/dia per capita para 177 litros/dia per capita. Segundo Costa (2016), o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) estima que a economia de água em edifícios com medição individualizada pode chegar em até 40%. Esta disparidade de resultados deve-se ao estudo e implementação de novas tecnologias que surgem em relação ao tema.

Os benefícios da medição individual e cobrança do consumo de acordo com os gastos de cada morador vão além do consumo consciente. Para moradores de condomínios de baixa renda, a diminuição no valor da conta pode gerar grande economia salarial. Além da diminuição da cota condominial (TEIXEIRA, 2008).

Souza (2008) caracteriza a economia do uso da água em uma edificação como sendo parâmetro da demanda, dividindo essa economia em três partes de acordo com a análise da eficiência e seus indicadores, ou seja, ações economizadoras, com parâmetros de medição individualizada e equipamentos; ações de aproveitamento de água; e gestão de controle da água.

Este aspecto é abordado e aplicado nas agências regulamentadoras das cidades brasileiras. E recentemente, a Lei nº.13.312/2016, torna obrigatório a medição individualizada nas novas edificações condominiais (BRASIL, 2016).

Ferraro (2013) mostra que, no mercado atual, existem diferentes técnicas e opções para a implantação de leitura individual de água em edifícios existentes e habitados, o que varia é o grau de complexibilidade do projeto a ser compatibilizado com um projeto de medição individual. A viabilidade de implantação do sistema varia também com o custo de aplicação e correlacionado com obras de reforma. Em construções com elevados graus de complexibilidade justifica-se a passagem e dimensionamento de uma nova tubulação, deixando a anterior utilizada inoperante.

Com base no grande número de edifícios ainda com sistema de medição rateada e na importância da economia e uso racional de água, neste trabalho o objetivo geral será analisar a viabilidade da implantação de um sistema de medição individual de água em um condomínio vertical existente.

Enquanto os objetivos específicos serão identificar as opções possíveis para a mudança da rede de abastecimento de água dos apartamentos, de modo que a

leitura do consumo possa ser feita individualmente por apartamento; definindo a localização e pela melhor técnica de adequar o projeto hidráulico. Posteriormente será feito a modelagem do projeto existente e as adequações para transição de sistema com o auxílio do software Revit. Os cálculos de perdas de carga e pressão serão realizados para que o projeto de adequação esteja em conformidade com as normas da NBR 5626/1998. Por fim, serão comparados os projetos, caso exista a possibilidade de medição individual, gerando tabelas com quantitativos de tubulações e acessórios para os dois sistemas de medição; estimando os custos.

O seguinte trabalho será dividido em seis capítulos, sendo estes:

Capítulo 1 – Este capítulo apresenta a problemática de escassez da água, mostrando a importância do uso consciente da água, além dos objetivos do trabalho.

Capítulo 2 – Neste capítulo está descrito a metodologia aplicada acerca do assunto e para obtenção de resultados.

Capítulo 3 – Refere-se à fundamentação teórica sobre a utilização exagerada da água em grandes centros urbanos e a verticalização; como o sistema de medição individual pode diminuir o desperdício de água e também o seu funcionamento. Além de normas e regulamentações para projetos hidráulicos.

Capítulo 4 – Apresenta-se o projeto da edificação vertical (objeto de estudo) com o sistema de medição não individual e as opções analisadas de transição para o método individualizado, além de fatores que influenciam na possibilidade de alteração. Ainda, neste capítulo, são apresentadas as mudanças e a comparação entre projetos.

Capítulo 5 – Com base nos resultados obtidos no capítulo anterior, apresenta-se as análises e decisões com base na estimativa de custo do projeto não individual e para o projeto de individualização.

Capítulo 6 – Refere-se as considerações deste trabalho e indicações de continuidade futuras.

2. METODOLOGIA APLICADA

Este trabalho inicia com uma revisão bibliográfica a fim de ampliar o conhecimento acerca do tema abordado para, em seguida, propor um re-projeto de mudança de sistema de medição de água em um edifício existente. Além disso, para análise de resultados obtidos será utilizada a técnica da comparação, sendo definido por Gil (2008) como sendo um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicas utilizadas para alcançar o conhecimento. A comparação entre o projeto existente e o de individualização de medição de água será feito através do software de modelagem Revit, na forma de plantas e cortes dos dois projetos.

Cardoso, (2013) explica que devido ao desenvolvimento tecnológico a utilização do *Building Information Modeling* (BIM) ganha espaço na gestão de projetos. Além disso, a falta de integração entre disciplinas em projetos convencionais (projeto arquitetônico, estrutural, elétrico e hidro sanitário) incentiva o uso de ferramentas BIM de trabalho (CHECCUCCI et al., 2013).

Para Souza (2009) a modelagem por BIM faz com que exista colaboração entre as diferentes equipes responsáveis por um projeto. Desta forma é possível, através dessa troca de informações, otimizar o tempo gasto em alterações no projeto detectando interferências quando na fase de projeto. Com isso, é possível determinar a possibilidade, ou não, da passagem de uma tubulação por determinado espaço, por exemplo.

O software de modelagem 3D, Revit, é uma ferramenta BIM que, para Andrade & Ruschel (2009), apresenta qualidade de detalhamento com menor índice de erros, diminuindo a carga horária de projeto e facilitando a visualização dos projetos. Outrossim, o software 3D possibilita a visualização de interferências, permitindo que as mudanças sejam feitas antes da execução. Deste modo, é possível evitar desperdícios e futuros incômodos na obra que são agravados, neste caso de estudo, pelo fato de ser uma construção já habitada.

A plataforma MEP do Revit apresenta ferramentas de modelagem mecânicas como, por exemplo, ventilação, componentes elétricos e hidro-sanitário (BOKMILLER, WHITBREAD, HRISTOV, 2013).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Barros (2013) relaciona o crescimento populacional com a demanda por novas moradias, gerando a verticalização de centros urbanos. Este intenso uso do solo é justificado através da concentração de atividades econômicas e a consequente elevação do custo por m² de um lote. Para este autor, esse crescimento é proporcional à oferta de água e energia.

Deste modo, é correto dizer que o crescimento e verticalização das cidades tornam cada vez mais difícil a compatibilidade entre oferta e demanda de água. Para Barros (2013) o mau uso dos recursos é recorrente, e as ações para resolver tais problemas ainda são pouco eficientes.

Loureiro (2010) reconhece que os sistemas de medição estão sofrendo constantes evoluções no sentido de aumentar a eficiência dos sistemas de abastecimento, gerando menos desperdício. Para isso as entidades gestoras responsáveis pela distribuição de água têm investido em meios para controle e diagnóstico do abastecimento.

No que se refere aos clientes abastecidos, para Loureiro (2010), também se faz necessário melhorar a eficiência do uso público e estabelecer medidas para o uso consciente da água.

Santos (2002) caracteriza a medição individualizada como uma importante medida para a economia de água em edifícios, onde cada morador se responsabiliza pelo que consome, eliminando a cobrança por rateio. Para esse autor a cobrança individual demonstra grande eficiência na economia, inibindo o desperdício de água.

Além disso, para Santos (2002) o controle das perdas é mais visível com o sistema individualizado. Com a cobrança feita por rateio um vazamento da tubulação pode facilmente passar despercebido, de modo que a cobrança da água desperdiçada é dividida entre todos os moradores, sem necessariamente sanar o problema. Com o sistema individualizado, um vazamento é mais rapidamente detectado pelo morador através da diferença na cobrança de água de um mês para o outro.

3.1 SISTEMAS DE MEDIÇÃO INDIVIDUALIZADA

O sistema de medição individual (SMI) consiste na instalação de um medidor de consumo (hidrômetro) por unidade habitacional. Lima et al. (2016) explica que esse sistema leva em consideração fatores culturais, sociais e financeiros do usuário pois estão interligados ao comportamento de utilização de água dos usuários. Esta definição também é reforçada por Yamada et al. (2001) que relaciona a oscilação do consumo com a renda dos usuários.

De acordo com Carvalho (2010) com a utilização do SMI se faz necessário a adoção de uma área destinada a coluna principal de água e dos hidrômetros de modo a disponibilizar a medição remota dos mesmos. Para esse autor esses espaços nem sempre estão disponíveis nos corredores de entrada.

A figura 1 apresenta a malha de um sistema de medição individual de água, onde existe apenas uma prumada principal que se divide para cada apartamento. O caso mostrado é considerado simples pelo fato de existir apenas um apartamento por andar.

Figura 1: Representação do SMI de água de um edifício residencial



Fonte: Carvalho (2010, p. 13)

Como principal benefício desse sistema, Lima et al. (2016) cita que os condôminos o entendem como uma ferramenta de gestão justa pois, além de diminuir o consumo, diminuiu a inadimplência nas taxas de condomínio.

De acordo com Lima et al. (2016) a implantação do SMI agrada as empresas concessionárias pela redução do consumo pois aumenta a capacidade do sistema abastecedor de água, diminuindo a necessidade de ampliação do mesmo.

Um dos principais problemas com o SMI é a concentração da distribuição da água em um número reduzido de prumadas e a instalação de um leitor de consumo para cada apartamento. Essa combinação faz com que aumente a perda de carga por trecho, diminuindo a pressão dinâmica. A diminuição da pressão dinâmica ocorre principalmente nos andares mais elevados de uma edificação.

Em casos que a somatória das medições individuais forem menores que o volume total registrado no hidrômetro geral, o erro é geralmente atribuído a hidrômetros descalibrados e, também, pelo descompasso entre as leituras dos medidores. Para que não seja necessário a constante calibragem dos hidrômetros por técnicos profissionais, a escolha do hidrômetro é essencial durante o planejamento e execução do projeto hidráulico.

Lima et al. (2016) explica que outro fator importante do SMI em edifícios multifamiliares, é a necessidade de liberação de acesso de terceiros (funcionários da companhia de abastecimento) a áreas comuns do edifício para a leitura dos hidrômetros. Desta forma, percebe-se que para aumentar a eficiência no procedimento de leitura tem-se ampliado o uso de medidores eletrônicos. Em casos onde o acesso aos funcionários responsáveis pela medição não é permitido, a leitura dos hidrômetros pode ser feita por um morador responsável ou trabalhador do condomínio e assim dividida corretamente entre cada habitação.

Segundo Lima et al. (2016), existem várias tecnologias de coletas de dados, como por exemplo: transmissão via radiofrequência e infravermelho. Após a medição de consumo, os dados são direcionados a central e realizada a cobrança.

Outro sistema de medição que segundo Lima et al (2016) é mais vantajoso por permitir uma distância maior entre os medidores e as centrais de medição é o sistema de geração de pulsos via cabo. Com esse tipo de medição os usuários podem ter constante atualização do consumo. Devido esse tipo de leitura ser feita por equipamentos que transformam os valores de vazão em sinais elétricos, é possível emitir alertas para possíveis anomalias de consumo como vazamentos.

A figura 2 ilustra de maneira simplificada o funcionamento de um sistema de medição individual feito a distância por rádio frequência.

Figura 2: Esquema de SMI remoto por radiofrequência.



Fonte: Hidroluz (S.D)

Com a recente obrigatoriedade na medição individual de água dos edifícios, as residências multifamiliares construídas antes do ano de 2016, ainda a grande maioria, apresentam sistema de medição coletiva de água. Após a lei ser sancionada e com a crescente conscientização do uso racional da água, é cada vez mais próspero a demanda por projetos de mudança nos sistemas não individualizados para individualizados nos edifícios.

3.2 NORMATIVAS E REGULAMENTAÇÕES

A NBR-5626 (ABNT 1998), especifica que independente do sistema de medição ou abastecimento de água instalados, o fornecimento contínuo de água deve ser oferecido; obedecendo a quantidade mínima de pressão e velocidade máxima estabelecida pela norma.

Entretanto, a norma não especifica como o projeto hidráulico deve ser feito, ficando a critério do projetista. Além disso, deve-se levar em consideração as leis de uso e ocupação do solo de cada região para que o projeto esteja de acordo com o plano diretor da cidade. Caso exista o descumprimento da lei, o proprietário da obra estará sujeito a multas e a obra pode ser embargada.

Em Santa Catarina, a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) é responsável pelo fornecimento e tratamento de água em diversas cidades do estado, incluindo a cidade onde o projeto de estudo deste trabalho foi executado.

De acordo com o manual de projeto hidro-sanitário (2014) da CASAN, um projeto hidráulico deve contar a planta de todos os pavimentos, na escala 1:50 com os pontos de uso. Além de uma planilha urbanística do condomínio, memorial de cálculo e o consumo considerado no projeto. Também, é necessário a localização do reservatório superior e inferior na planta do último pavimento e do pavimento térreo, respectivamente.

A CASAN especifica que as instalações prediais de água fria devem ser projetadas para que todos os pontos sejam abastecidos pelo reservatório superior. E no estado de Santa Catarina, é de responsabilidade da CASAN o dimensionamento do ramal predial, de acordo com projeto apresentado.

Além das normas técnicas da CASAN, as instruções normativas feitas pelo instituto de educação, ciência e tecnologia catarinense explicam que o projeto hidráulico deve ser projetado de maneira que seja compatível com o projeto arquitetônico e estrutural.

Como nesse trabalho o projeto utilizado é uma obra existente, o grau de complexidade para a alteração do sistema de medição é maior quando comparado com um edifício em fase de pré-projeto, projeto ou execução.

Essa complexibilidade deve-se ao fato de já existir um sistema que pode ou não ser utilizado e em casos incompatibilidade com o projeto estrutural ou arquitetônico, a única solução será a readequação da tubulação hidráulica.

4. ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR

Para a análise deste trabalho foi utilizado um projeto desenvolvido e executado pela empresa Basso Arquitetura, localizada no município de Dionísio Cerqueira (SC), executado no ano de 2014. O escritório forneceu os projetos arquitetônico, hidráulico e estrutural através do software AutoCad – Autodesk, ver anexo I.

O edifício tem uma área total construída de 684,04 m² em um terreno de 400 m². A construção é dividida em 4 salas comerciais no pavimento térreo e mais dois andares de apartamentos com duas habitações em cada andar.

A partir dos projetos existentes foi realizada a compatibilização dos mesmos e a alteração do AutoCAD para o Revit, o que possibilitou a melhor leitura do projeto e a visualização de inconsistências entre as plantas fornecidas pela empresa.

Como a execução do projeto ocorreu há cerca de 4 anos, a empresa, quando contatada sobre dúvidas no projeto, não conseguiu esclarecer algumas das incompatibilidades do mesmo. Isto porque foram resolvidas e executadas durante a obra; e não foi realizado um *as built* da execução. O que dificultou a fidelidade ao projeto, e pode ocasionar alguns contratempos para um projeto e execução de individualização ser efetuado.

As inconsistências encontradas entre os projetos foram:

1. No projeto arquitetônico: a) A parede do corredor/banheiros centrais no térreo não estão alinhadas com as paredes centrais dos pavimentos tipo. Assim, um dos pilares fica aparente em um dos banheiros centrais das salas comerciais. O projeto foi executado desta forma segundo informações da empresa. b) O projeto arquitetônico apresenta cotas nas lajes que não estão de acordo com as demais cotas. Para os dois pavimentos residenciais terem o mesmo tamanho de pé direito, o pavimento térreo foi executado com um acréscimo de 2,5 cm. Assim a construção não sofreria alteração na altura total.

2. Entre o Projeto arquitetônico e o Projeto estrutural: a) O rebaixo da sacada na planta arquitetônica acompanha as paredes de alvenaria e no estrutural o

rebaixo acompanha a parede mais externa. Não foi contatado o escritório para esse detalhe pois não influenciará no desenvolvimento deste trabalho.

3. Entre o Projeto arquitetônico e o Projeto hidráulico: a) As plantas de cobertura dos dois projetos não estão de acordo. No projeto hidráulico o espaço das caixas d'água invade o espaço destinado à calha do projeto arquitetônico. A empresa quando contatada informou que o projeto hidráulico foi seguido, para ser possível a utilização de duas caixas de água de 5000 litros. Com isso, a calha teve uma pequena alteração na execução, porém essa alteração não foi fornecida. b) As paredes de divisão dos banheiros dos apartamentos nas plantas do projeto arquitetônico e hidráulico, estão especificadas com 15 cm, não comportando a passagem da tubulação de acordo com o projeto hidráulico. A empresa nos forneceu a informação que nesses trechos foram utilizados tijolos deitados, deixando a parede com 20 cm e em condições para receber a tubulação. c) As paredes de divisão dos apartamentos, não suportam a passagem da tubulação. A solução foi a mesma da anterior. Além disso, a empresa reforçou que a utilização de tijolos deitados não foi apenas uma solução para o problema, mas também para seguir a norma NBR 15575 que define espessura das paredes de divisão dos apartamentos. d) Os dois banheiros centrais das salas comerciais estão em desconformidade nas plantas, pois no projeto hidráulico não existe o corredor central do térreo. A empresa esclareceu que a planta do projeto arquitetônico é a que foi executada, pois o projeto foi alterado para que existisse o corredor de acesso da garagem para as escadas que levam aos apartamentos. O projeto hidráulico que foi utilizado não possui a alteração dos banheiros centrais das salas comerciais e o escritório não disponibilizou um projeto atualizado. A informação repassada foi que, apenas o local da coluna de água AF-2 foi executada pela parede que reveste o pilar do pavimento térreo, localizado dentro do banheiro. e) A posição da bacia sanitária e a pia dos banheiros laterais do térreo estão invertidos na planta do térreo arquitetônica e na planta hidráulica do térreo. A empresa passou a informação que a posição da bacia sanitária está correta no projeto arquitetônico. Para seguir o desenho da tubulação como apresenta o isométrico do projeto hidráulico, o local da coluna de água desses banheiros foi alterado.

Em uma situação real de transição de sistema, o acesso a edificação deverá ser permitido, facilitando a definição de alguns aspectos não definidos pelos projetos e possibilitando o estudo criterioso do projeto conforme executado.

Com os projetos compatibilizados, realizou-se a modelagem do projeto arquitetônico, como apresentado nas figuras 3 e 4.

Figura 3: Projeto arquitetônico – fachada em perspectiva isométrica



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 4 Projeto arquitetônico - Fundos em perspectiva isométrica.

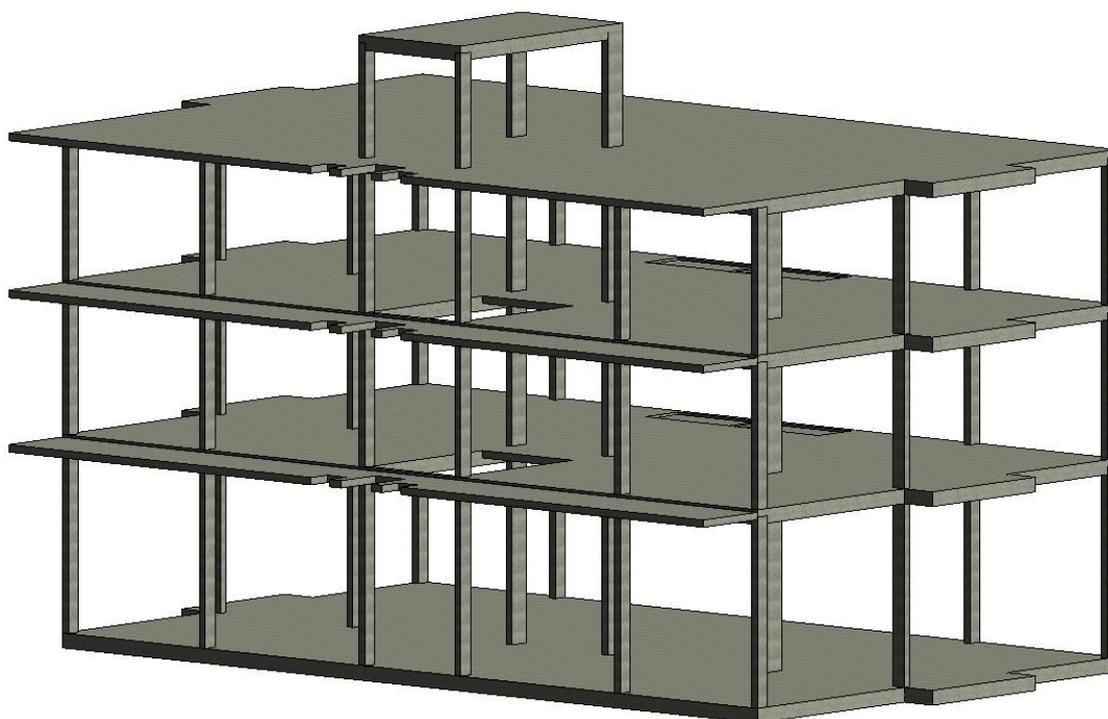


Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com o projeto arquitetônico finalizado, teve início a modelagem do projeto estrutural. Para essa fase, foi vinculado o modelo em formato .rvt do arquitetônico em um novo arquivo de Revit. Assim, alocaram-se as vigas, pilares e lajes.

Para certificar que os elementos estruturais estivessem em conformidade com o arquitetônico faz-se uma análise de identificação de interferências. O resultado do desenho 3D do projeto arquitetônico esta mostrado a seguir na figura 5.

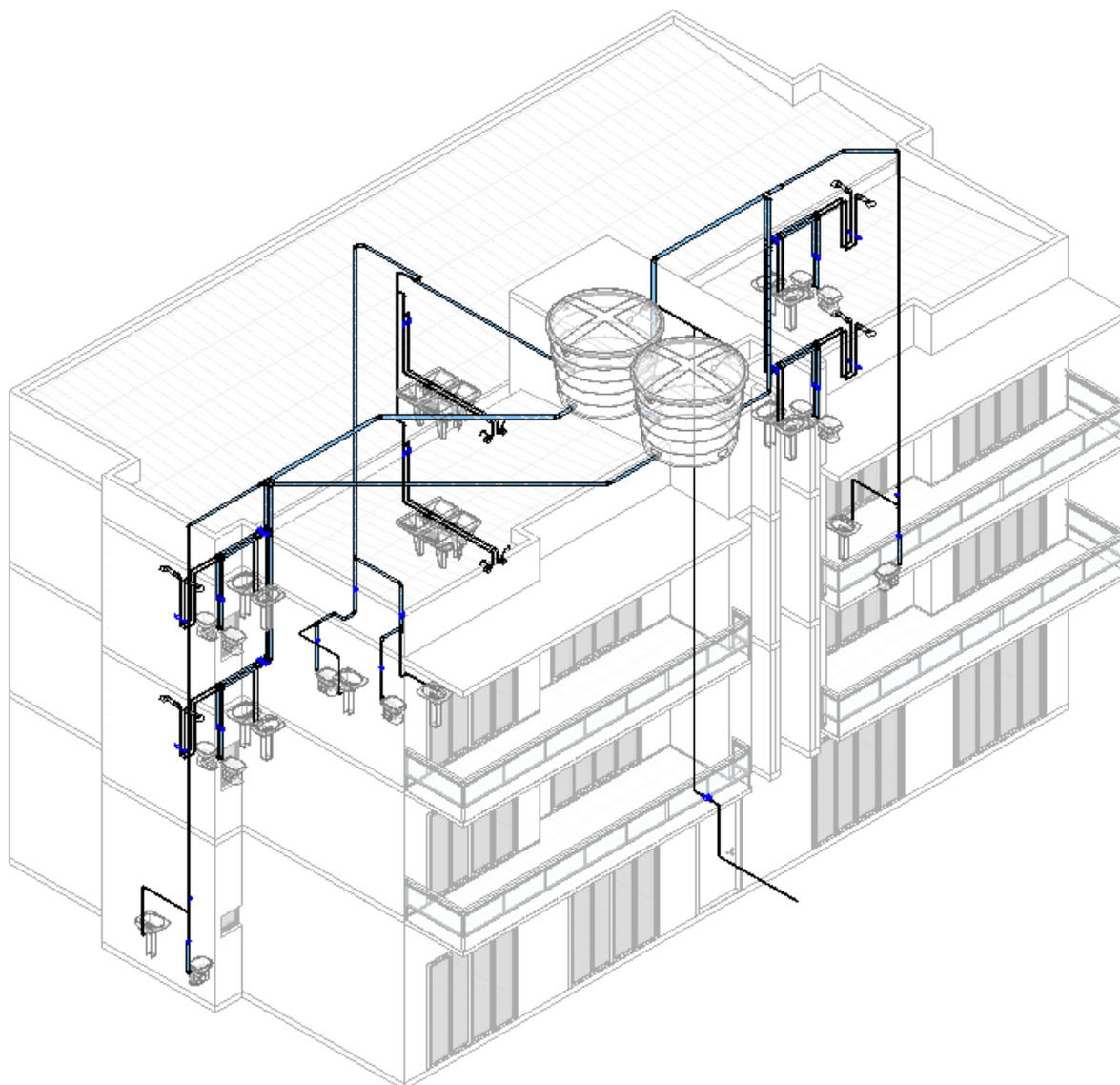
Figura 5: Projeto Estrutural.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Somente após o término dos modelos arquitetônico e estrutural teve início a modelagem do sistema hidráulico da edificação. Para o desenho do mesmo, foram associados a um novo arquivo Revit os modelos arquitetônico e estrutural em formato .rvt. Com essa associação foi possível selecionar, apenas os equipamentos hidráulicos, colocados no modelo arquitetônico, facilitando o traçado da tubulação, a visualização do mesmo e interferências com elementos arquitetônicos e estruturais. O modelo 3D do projeto hidráulico coletivo esta demonstrado na 6:

Figura 6: Perspectiva isométrica do projeto hidráulico não individualizado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com a associação de modelos em formato .rvt, as alterações feitas nos modelos arquitetônico e estrutural, eram automaticamente recebidas pelo modelo hidráulico. Também, com isso, conseguiu-se detectar interferências entre o modelo hidráulico e os demais associados.

No projeto hidráulico, não foram colocados registros nas saídas de tubulação dos reservatórios. A colocação de registros nesses pontos é importante pois facilita a limpeza dos reservatórios e a execução de possíveis obras. Porém, os mesmos não foram usados por não estarem presentes no projeto encaminhado pela empresa executora da edificação, e que foi utilizado como base para este trabalho.

4.1 VIABILIDADE DE TRANSIÇÃO DE SISTEMA

Para um projeto de transição de sistema de medição de água, diversos fatores são determinantes para definir a viabilidade do projeto. A possibilidade de transição de sistema está diretamente relacionada ao número de obras necessárias para tal e espaços suficientes para a posição dos hidrômetros. Além disso, interferências com a estrutura devem ser evitadas, caso contrário deve ser feita uma análise estrutural. Contudo o traçado da tubulação, desde que cumpra as exigências da NBR – 5626, é definido pelo engenheiro.

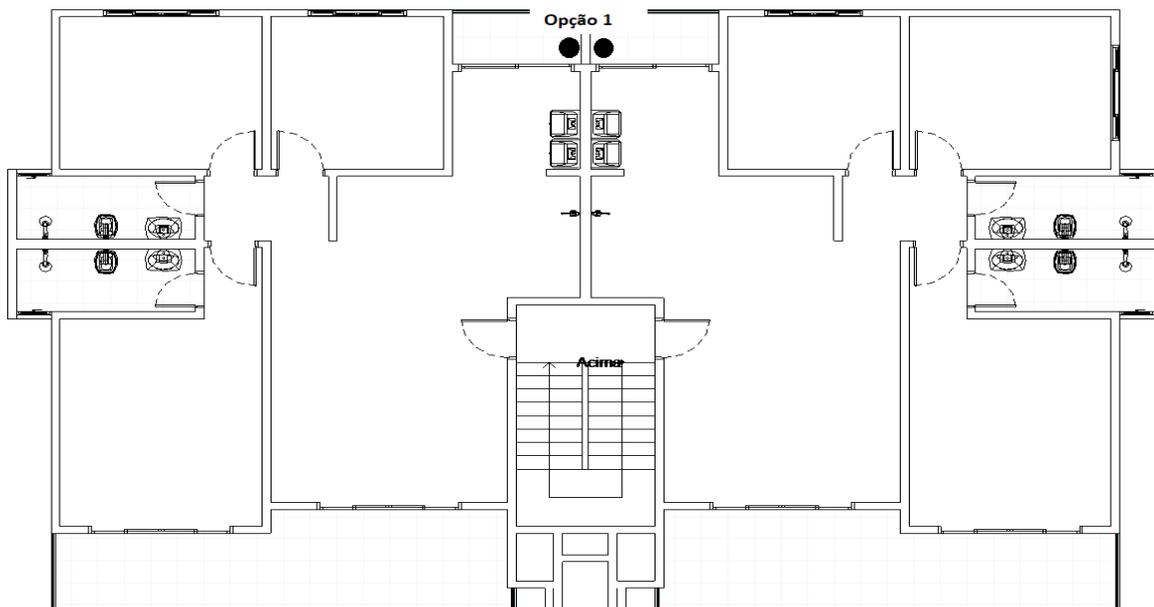
Para o projeto em estudo, foram analisadas três possibilidades de traçado de sistema. Em todas elas as descidas de água dos banheiros das salas comerciais foram mantidas, aumentando as chances de transição de sistema. Um dos pontos que dificultam na transição de sistema foi a não utilização de *shafts* hidráulicos.

A distribuição de água atual dos apartamentos é realizada por cinco colunas de água que alimentam os apartamentos por área molhada. Assim, duas descidas alimentam os banheiros dos apartamentos da direita, outras duas banheiros dos apartamentos da esquerda e uma descida central, alimenta as quatro cozinhas.

Com a individualização, os apartamentos passariam a ser alimentados por duas descidas de água. O ponto escolhido para tal, foi determinado através de uma análise entre os pontos estudados, sendo as opções:

Opção 1 (Descida de água pela sacada/lavanderia): A opção é a mais viável em relação a espaço para a descida, sendo possível a construção de um shaft para evitar que a descida da tubulação acontecesse pela parede. Entretanto, o hidrômetro ficaria localizado em uma área interna do apartamento, inviabilizando a opção. Isto porque a cidade ainda não apresenta medição por telemetria.

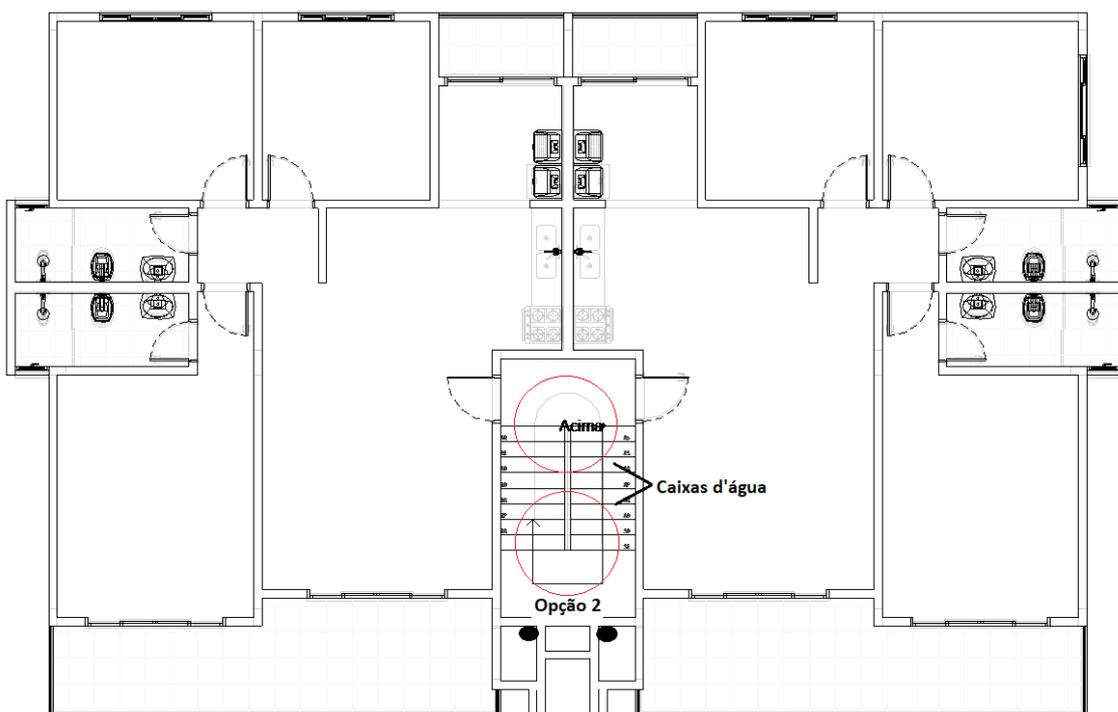
Figura 7: Primeira opção de descida em planta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Opção 2 (Descida pela churrasqueira): A descida da água ficaria próxima as caixas d'água, o que diminuiria a perda de pressão. Porém, para a utilização desta, seria necessário a interrupção do uso da churrasqueira, descartando esta opção.

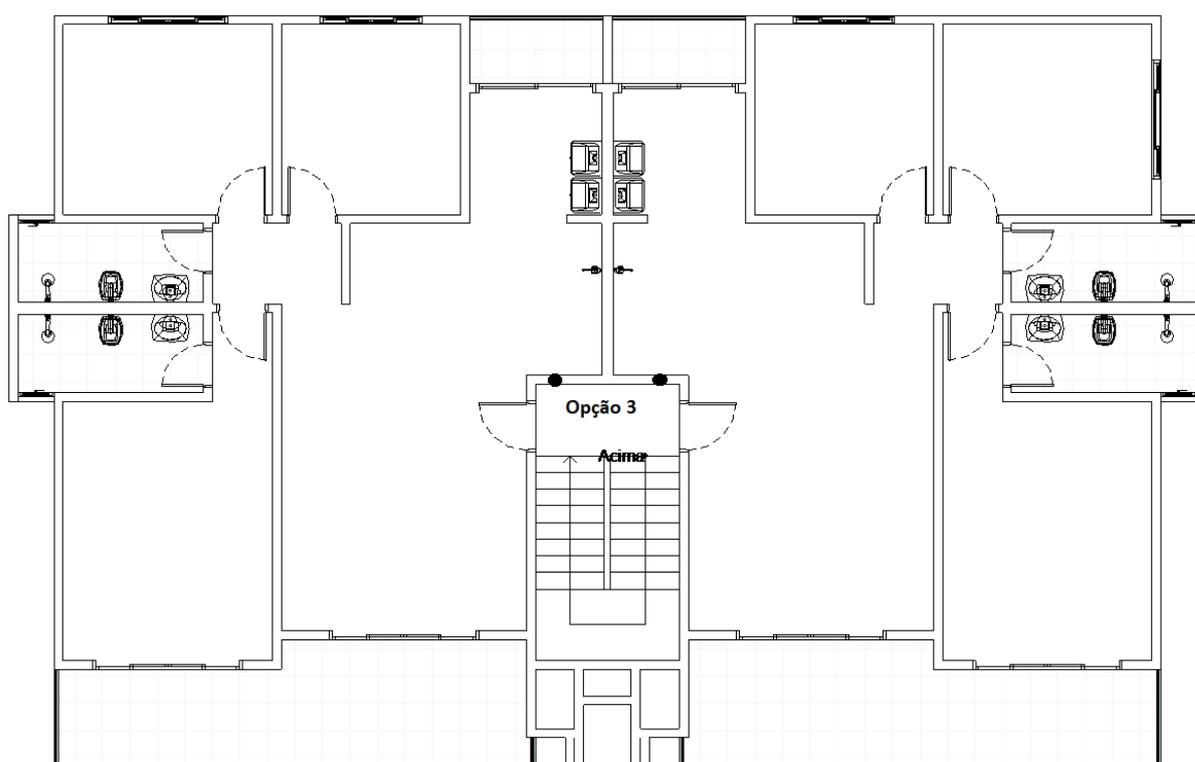
Figura 8: Segunda opção de descida em planta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Opção 3 (Descidas pelo hall de entrada): Com essa opção, a descida ficaria logo abaixo das caixas de água, diminuindo a perda de pressão. Como o patamar de acesso dos apartamentos apresenta 1,21m de largura e o patamar mínimo de acordo com a NBR – 9050 é de 1,20m, não é possível fazer a descida por um *shaft* que diminuirá a sessão do corredor compartilhado ou da área interna existente, fazendo com que a descida seja feita pela parede. Com o uso desta opção, o hidrômetro será localizado no corredor dos apartamentos.

Figura 9: Terceira opção de descida em planta.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

A opção que melhor atendeu as necessidades foi a opção 3, pois possibilita a instalação do hidrômetro em um local de fácil acesso e não localizada dentro dos apartamentos. Os hidrômetros das salas comerciais, ficarão localizados dentro das mesmas sendo possível a leitura dos dados por um funcionário da empresa de distribuição de água local.

4.2 CÁLCULOS E FORMULÁRIOS

Para o projeto de adequação adotou-se o princípio que o projeto atual atende às normas de pressão mínima para todos os equipamentos. Como se trata de um projeto de adequação, os diâmetros das tubulações não foram alterados para que as interferências construtivas necessárias gerem um menor custo para a adequação ao novo sistema proposto nesse trabalho.

Para o projeto de medição individualizada, serão apresentados apenas os cálculos de pressão para o chuveiro de um dos banheiros do segundo pavimento. Isso porque a malha hidráulica é espelhada por andar. Além disso, como este é o ponto crítico de pressão, pois apresenta menor diferença de altura com a caixa d'água, conseqüentemente menor pressão. Dessa forma se a pressão neste ponto atender os requisitos mínimos impostos pela norma, pressupõe-se que todos os outros pontos estarão também em conformidade.

O dimensionamento da tubulação de recalque, dos reservatórios e da motobomba não foram determinados tendo em vista que não serão alterados com a individualização da medição de água. Além disso, o reservatório inferior da edificação não foi desenhado por não estar presente no projeto que foi disponibilizado para este trabalho.

Para o cálculo da vazão a ABNT NBR – 5626:1998 mostra que pode ser feito subdividido o trecho estudado e pelas formulas e utilizando a tabela da página 28 (anexa A) desta ABNT NBR.

Vazão estimada no trecho:

$$Q = 0,3\sqrt{\Sigma P}$$

Onde:

Q: Vazão estimada na seção em l/s

ΣP : Soma dos pesos relativos das peças alimentadas pelo trecho considerado.

Os pesos relativos podem ser encontrados no anexo A da norma.

Com a vazão estimada por trecho, é possível determinar a velocidade no mesmo. A norma específica que a velocidade na tubulação não deve exceder 3m/s. A pressão mínima em cada ponto de utilização deve ser atendida de acordo com o fabricante do produto ou pode ser utilizada uma tabela de valores de pressões dinâmicas mínimas.

Tabela 1: Pressão mínima por aparelho.

Aparelho sanitário	Pressão dinâmica mínima (kPa)*
Bacia sanitária – caixa de descarga	5
Bacia sanitária – válvula de descarga	15
Banheira	10
Bebedouro	10
Bidê	10
Chuveiro de ¾" (20 mm)	10
Chuveiro de ½" (15 mm)	20
Lavadora de pratos	10
Lavadora de roupas	10
Lavatório	10
Mictório	10
Pia	10
Tanque	10
Torneira de jardim ou lavagem em geral	10

Fonte: Creder (2012, p.16)

Para o cálculo da pressão nos pontos pode ser utilizado a equação Bernoulli:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1}{2g} - h_{1-2} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2}{2g}$$

Onde:

Z: É a cota do ponto com relação a um plano de referência (m).

P: Pressão no ponto (Kgf/m²)

γ: Peso específico do líquido (Kgf/m³)

V: Velocidade do escoamento (m/s)

h₁₋₂: Perda de carga entre os pontos analisados (m)

A norma indica que a perda de carga depende do comprimento, diâmetro interno e rugosidade da superfície interna de escoamento, podendo ser calculada pela expressão de Fair-Whipple-Hsiao de perda de carga unitária.

Para tubos lisos (plástico, cobre ou ligas de cobre):

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

Onde:

J: Perda de carga unitária (Kpa/m)

Q: Vazão (l/s)

d: Diâmetro da tubulação (mm)

Deste modo a perda de carga é determinada multiplicando J pelo comprimento total do trecho, onde o comprimento total é a soma do comprimento real e o comprimento equivalente.

$$h_{1-2} = J \times Lt$$

Onde:

h_{1-2} : Perda de carga (kpa)

Lt: É o comprimento da tubulação somada ao comprimento equivalente de cada conexão (m)

J: Perda de carga unitária

O comprimento equivalente das conexões, quando não especificados pelo fabricante pode ser encontrado na NBR – 5626.

Tabela 2: Comprimento equivalente das conexões pelo diâmetro nominal.

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão					
	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6
65	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8
80	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0
100	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3
125	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0
150	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1

Fonte: NBR-5626:1998, tabela A-3, p. 30 (ABNT, 1998).

A perda de carga em hidrômetros pode ser estimada empregando-se a seguinte equação dada pela NBR-5626:1998.

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

Onde:

Δh : Perda de carga no hidrômetro (Kpa)

Q: Vazão estimada (l/s)

Qmax: Vazão máxima especificada pelo hidrômetro (m3/h)

Tabela 3: Valores de vazão máxima.

Q _{máx.} M ³ /h	Diâmetro nominal DN
1,5	15 e 20
3	15 e 20
5	20
7	25
10	25
20	40
30	50

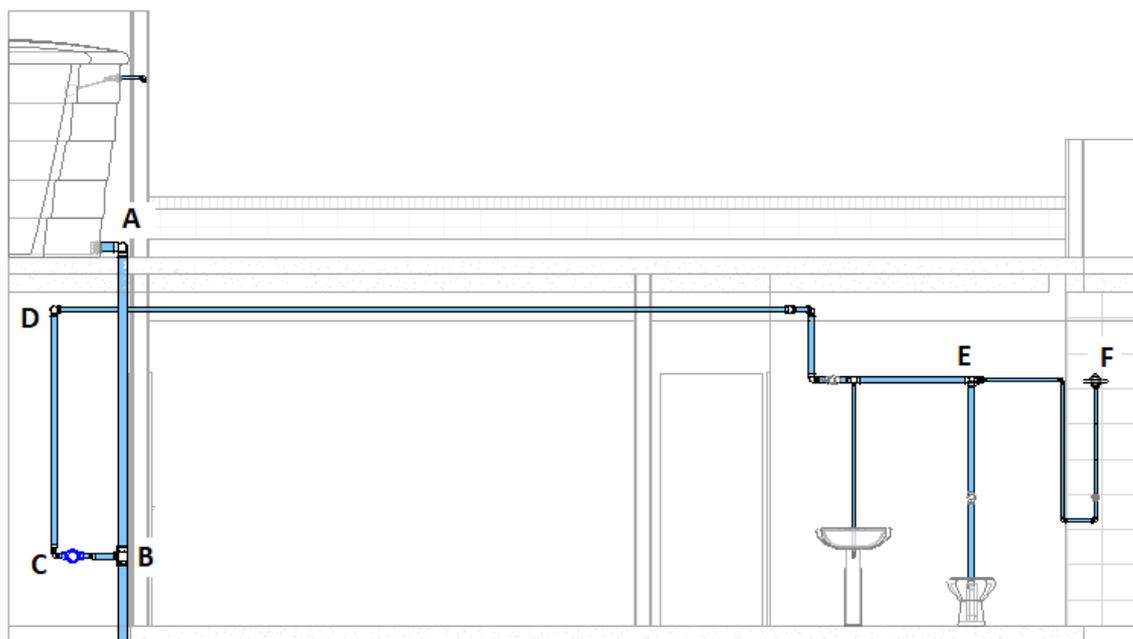
Fonte: NBR-5626, tabela A-4, p. 31 (ABNT, 1998).

Com aplicação das formulas de acordo com as tabelas apresentadas neste capítulo, é possível determinar a pressão e velocidade nos trechos desejados. Assim, definir se o projeto está de acordo com a norma.

4.2.1 Aplicação dos Cálculos

O cálculo de pressão foi feito subdividindo em cinco partes o trecho de saída do reservatório superior até o chuveiro do segundo pavimento, como demonstrado na imagem a seguir:

Figura 10: Subdivisão dos trechos analisados.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com a divisão dos trechos e a utilização das fórmulas e tabelas do item anterior, foi gerado uma tabela de perda de carga por trecho e conseqüentemente a determinação da perda de carga total.

Tabela 4: Cálculo de perda de carga por trechos.

Trecho	Peso	Vazão (l/s)	Veloc. (m/s)	ϕ nominal (mm)	J	L real (m)	L equiv. (m)	L total (m)	ΔH (m)	ΔH hidrometro (mca)
A-B	132,4	3,45	0,78	75	0,009	3,82	15,8	19,62	0,18	
B-C	66,2	2,44	1,24	50	0,035	0,3	3,4	3,7	0,13	0,86
C-D	66,2	2,44	1,24	50	0,035	2,87	14,4	17,27	0,61	
D-E	32,2	1,70	0,87	50	0,019	7,87	11,8	19,67	0,37	
E-F	0,1	0,09	0,19	25	0,003	3,24	6,3	9,54	0,03	
									ΔH Total (m)	2,18

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os equipamentos considerados, para o cálculo dos pesos para cada trecho, estão relacionados a seguir:

A-B: 4 bacias sanitárias com válvulas de descarga, 4 chuveiros elétricos, 6 pias com torneira elétrica, 2 tanques e 2 lavadoras de roupas.

B-C: 2 bacias sanitárias com válvula de descarga, 2 chuveiros elétricos, 3 pias com torneira elétrica, 1 tanque e 1 lavadora de roupas.

C-D: Idem ao trecho B-C.

D-E: 1 bacia sanitária com válvula de descarga, 1 chuveiro elétrico e 1 pia com torneira elétrica.

E-F: 1 chuveiro elétrico.

Para efeito de cálculo, utilizou-se o diâmetro nominal das tubulações e a pressão mínima, de acordo com a tabela 2 para um chuveiro, de 10 kPa equivalente a 1mca. As conexões consideradas para o cálculo dos comprimentos equivalentes por trecho, foram:

A-B: 2 cotovelos de 90 e 1 “T” de passagem lateral. (Usualmente nas saídas dos reservatórios é instalado um registro de gaveta para, quando necessário, fazer a manutenção da tubulação. Não foi colocado o registro no projeto de individualização pois o mesmo também não estava presente no projeto de estudo).

B-C: 1 cotovelo de 90 e o hidrômetro.

C-D: 3 cotovelos de 90 e 1 “T” de passagem lateral.

D-E: 2 cotovelos de 45; 1 cotovelo de 90; 2 “T” de passagem direta e 1 registro de gaveta.

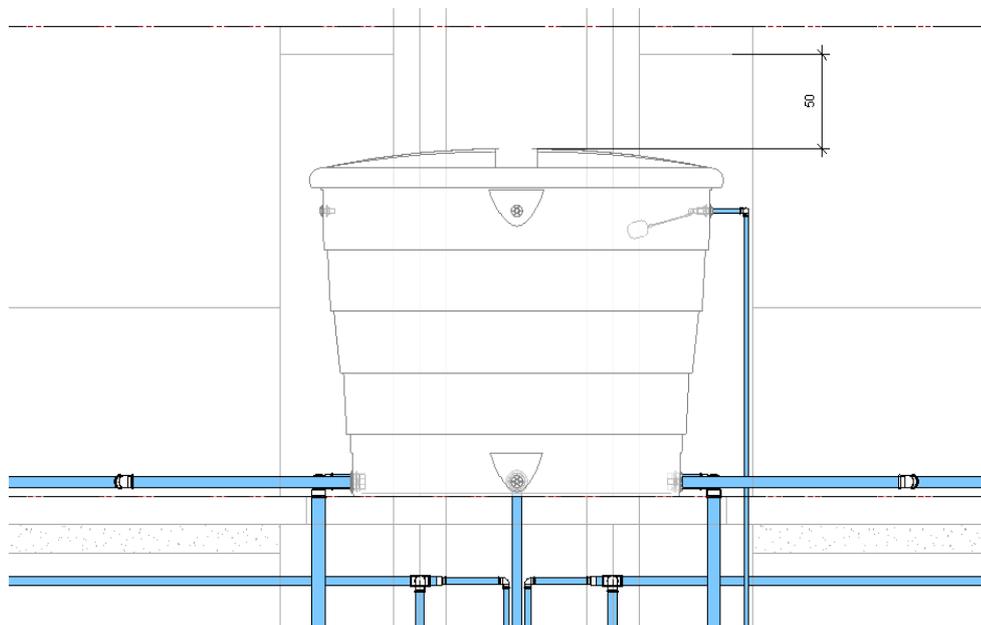
E-F: 4 joelhos de 90 e 1 registro de gaveta.

Desta forma, através de abreviações da equação de Bernoulli, foi possível determinar a pressão subtraindo do desnível geométrico a perda de carga total no trecho analisado.

Como o desnível geométrico é de 1,1 metros, a pressão disponível no chuveiro é de -1,08 mca, não satisfazendo o mínimo previsto pela ABNT NBR 5626. Com isso, deve-se adotar alguma providência para o aumento da pressão. Algumas soluções são:

a) Elevar a caixa d’água: Pode ser considerada a solução mais simples, porém para este projeto não é viável. Tendo em vista que a edificação já está construída e dispõem apenas de um espaço de 50cm para elevação do reservatório. Desta forma, não resolvendo o impasse. Abaixo a imagem do espaço disponível:

Figura 11: Vista frontal do reservatório.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

b) Aumentar o diâmetro da tubulação: Neste caso, como é um projeto de adequação, não é aconselhável executar esse tipo de alteração. Outrossim, o aumento de diâmetro não sanaria o problema da pressão disponível é significativamente inferior à pressão mínima.

c) Válvula transferidora de pressão: Trata-se de uma válvula instalada no interior da caixa d'água que pressuriza todo o sistema. Opção simples e acessível, porém o aumento de pressão não é tão significativo. Sendo mais aconselhável para casos em que o aumento de pressão necessário é pequeno.

Figura 12: Válvula transferidora de pressão.



Fonte: Censi (S.D)

d) Utilização de pressurizadores: É a opção mais viável para este caso pois acaba se tornando mais prático que as opções “a” e “b” e capaz de impor mais pressão no sistema que a opção “c”.

Com o dimensionamento feito corretamente e o projeto cumprindo os critérios da ABNT NBR: 5626 é possível então que ocorra a execução. Como o caso de estudo refere-se a um projeto de adequação é fundamental que as mudanças feitas fiquem claras e bem detalhadas.

4.3 PROJETO DE ADEQUAÇÃO

O projeto de adequação teve como principal alteração a descida de alimentação de água dos apartamentos e a distribuição em cada um deles. No projeto de estudo a distribuição de água das residências era feita pela área molhada, os 2 banheiros laterais das salas comerciais alimentados por uma coluna de água cada e os 2 banheiros centrais do térreo por mais uma coluna. Assim, totalizando um total de 5 saídas de tubulação dos reservatórios superiores.

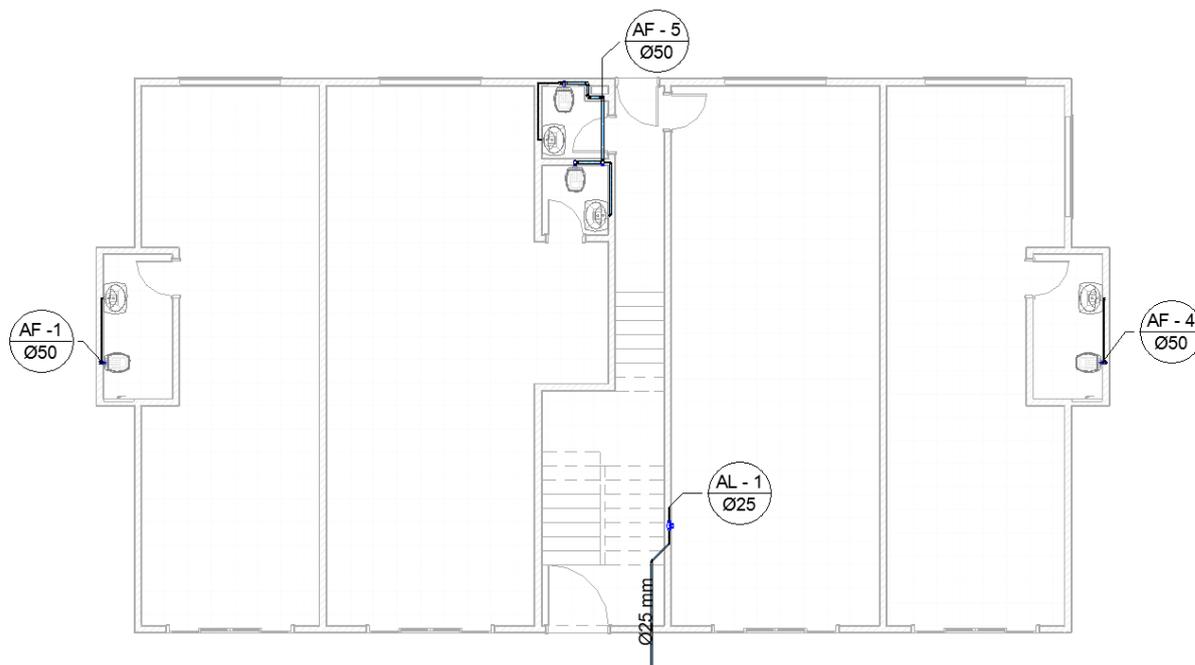
Com a alteração do projeto as descidas que antes alimentavam os banheiros e as cozinhas dos apartamentos, foram alteradas para o centro da edificação, sendo possível a instalação do hidrômetro no hall de entrada dos apartamentos.

Cada uma das descidas é responsável por alimentar as residências de cada lado, a distribuição para cada área foi feita por cima do forro de gesso. A saída do reservatório que antes alimentava as colunas das cozinhas e dos banheiros centrais do térreo, passou a ser de uso exclusivo dos banheiros. Para a descida dos banheiros laterais do térreo não houve modificação. Desta forma, também totalizando 5 saídas de tubulação das caixas d'água.

Nos banheiros das salas comerciais, a mudança para instalação dos hidrômetros foi feita dentro de cada um deles, alterando apenas a tubulação após o registro de cada um. Para esses banheiros o desvio feito foi apenas para passar a tubulação por um hidrômetro sendo ligado novamente ao tubo que distribui água para os equipamentos. Deste modo, os hidrômetros ficaram localizados dentro dos banheiros para as salas comerciais das laterais. Para os banheiros centrais, os hidrômetros ficaram localizados no corredor central entre as salas comerciais.

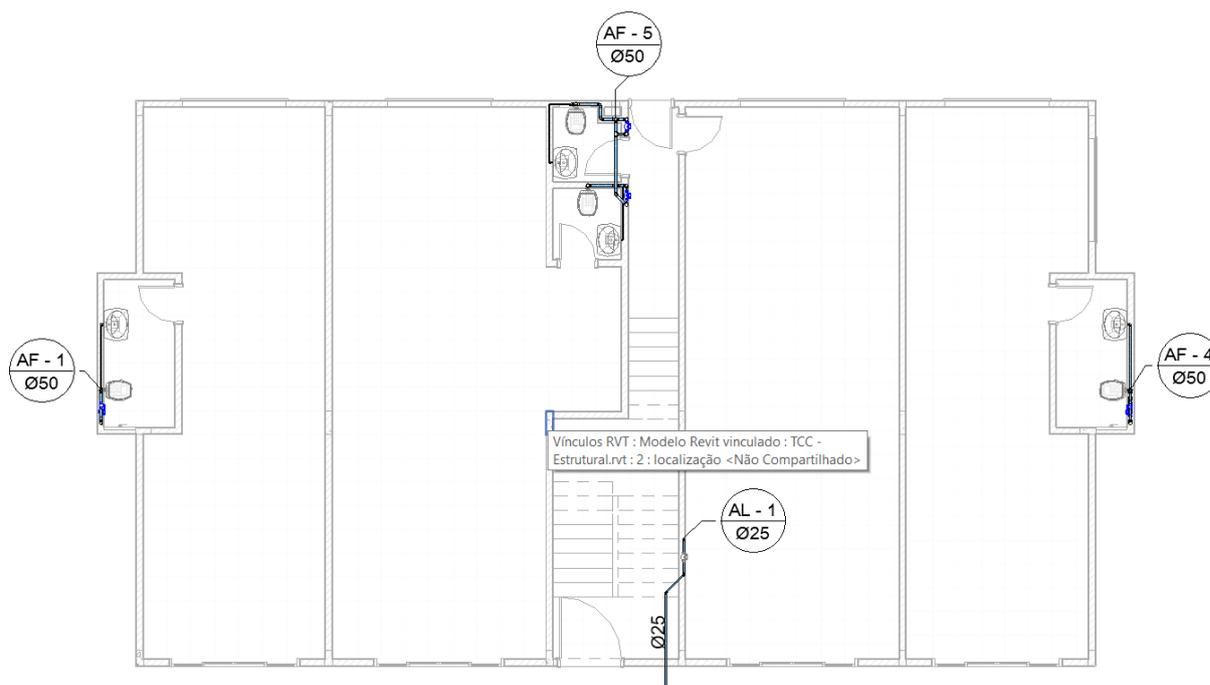
Em seguida será apresentada as modificações feitas em plantas e em vistas isométricas, comparando os dois projetos. As Figuras 13 e 14 mostram as plantas do térreo dos dois projetos.

Figura 13: Planta térreo do projeto não individualizado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

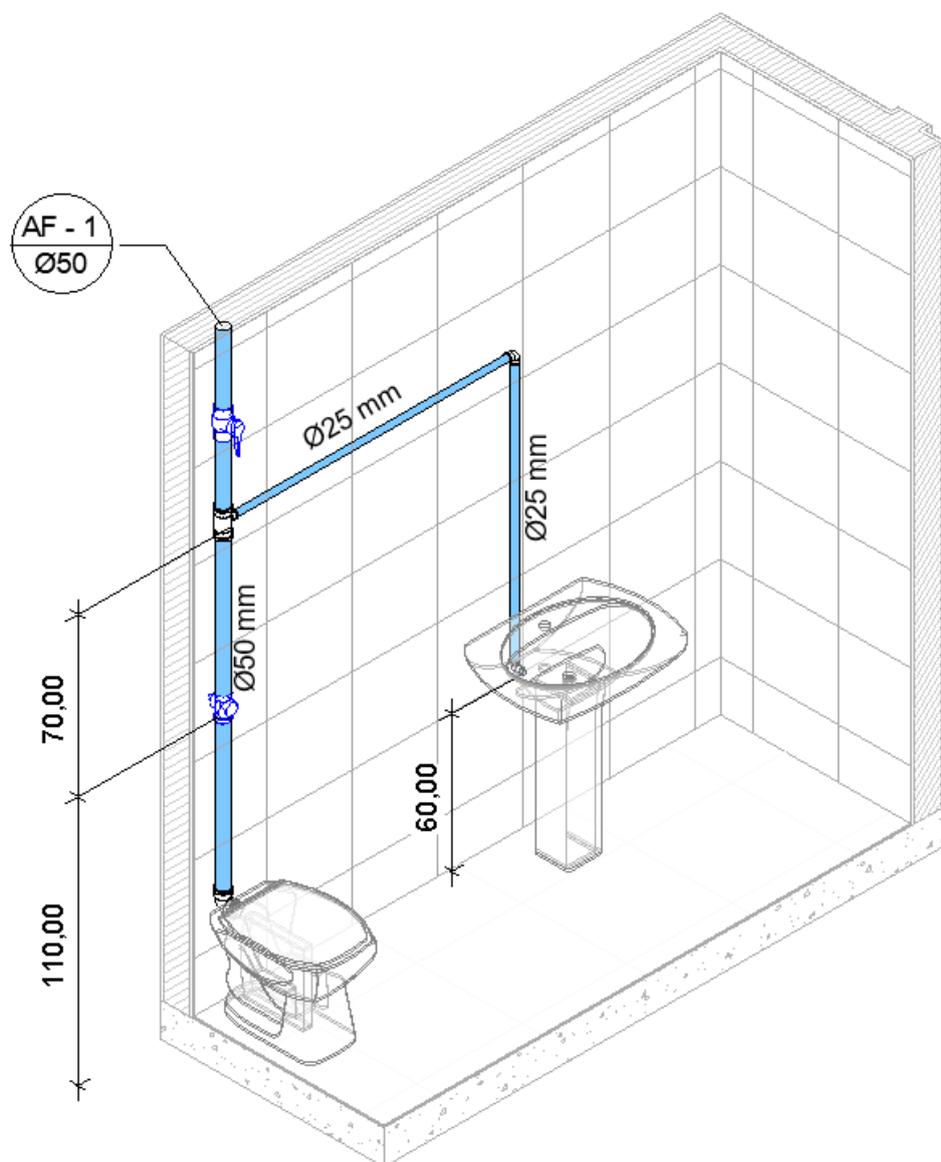
Figura 14: Planta térreo do projeto individualizado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

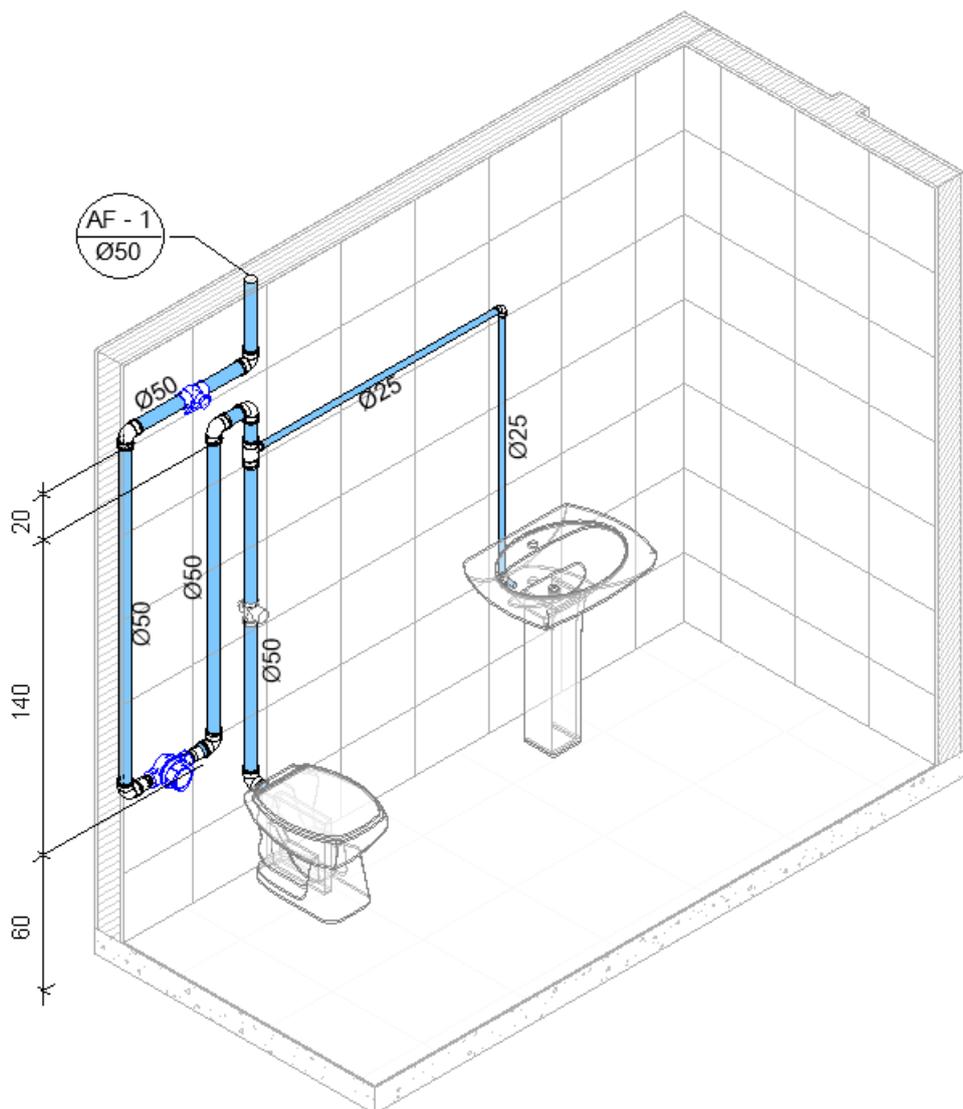
A planta do térreo teve poucas alterações, visto que as mudanças ocorreram apenas no sentido de desvio das tubulações para a passagem por um hidrômetro e as colunas de alimentação se mantiveram. Essas mudanças ficam mais perceptíveis nas vistas isométricas dos banheiros onde é possível ver a implantação dos hidrômetros em cada banheiro. As vistas isométricas dos banheiros do térreo, com suas alterações, serão mostradas nas figuras 15 e 16 referente aos 2 banheiros laterais (os dois banheiros apresentam as mesmas mudanças). Além das figuras 17 e 18 para as mudanças nos banheiros centrais do térreo.

Figura 15: perspectiva isométrica dos banheiros laterais do térreo (Projeto coletivo).



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 16: perspectiva isométrica dos banheiros laterais do térreo (Projeto individualizado)

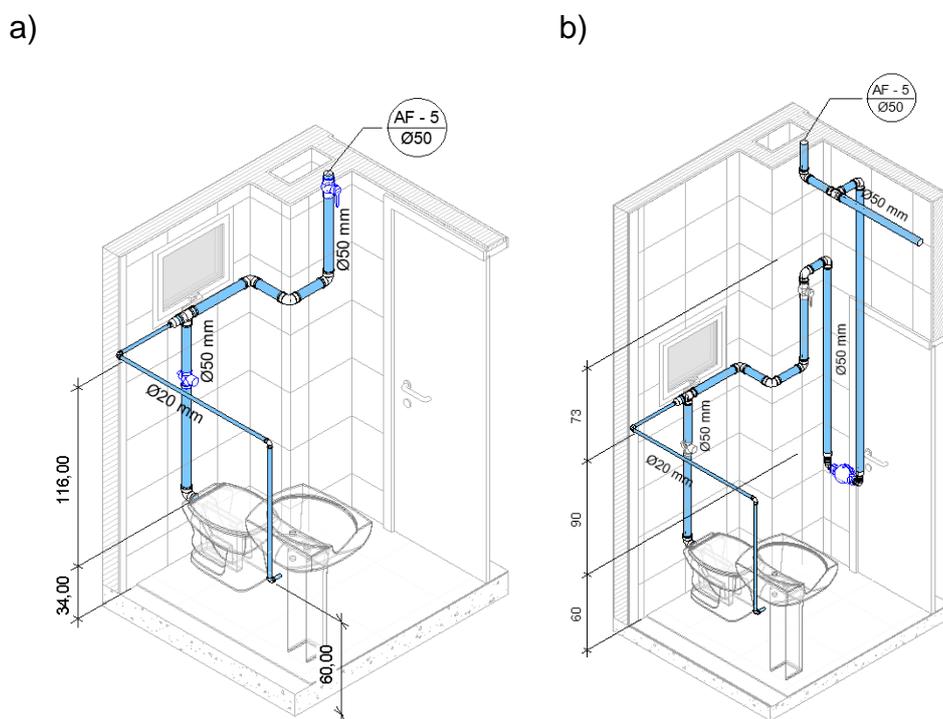


Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

É possível notar na figura 15, que no projeto não individualizado a coluna de água descia diretamente na válvula de descarga. Com a individualização ocorreu um desvio para a passagem da tubulação pelo hidrômetro e posteriormente a subida para a distribuição de água aos equipamentos.

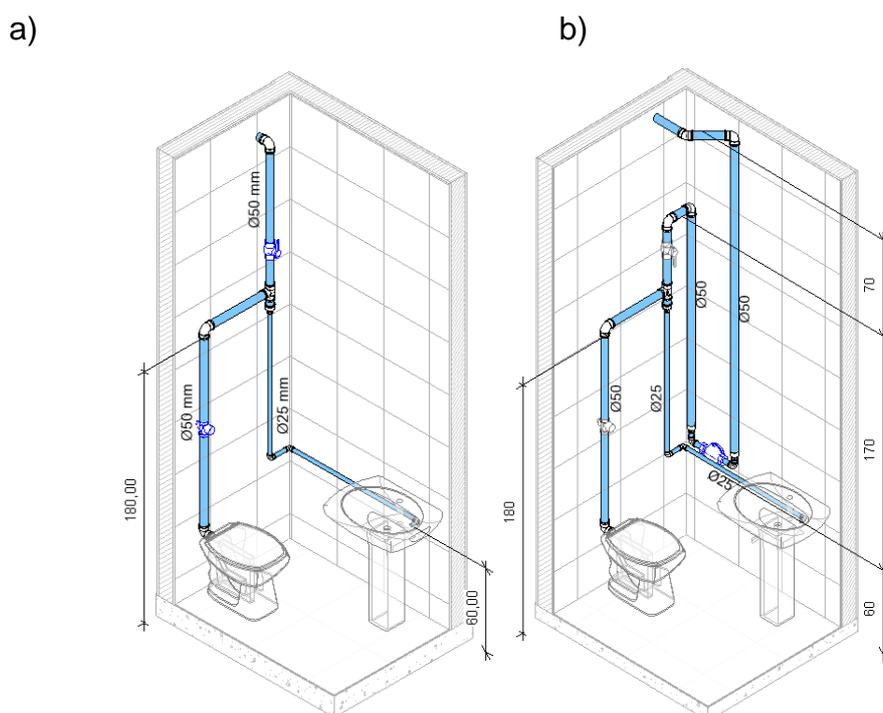
O desvio da tubulação para a passagem pelo hidrômetro gera um aumento na perda de carga desse trecho e um decréscimo de pressão. Porém, por se tratar do pavimento térreo e pelo fato do desvio ser relativamente curto, o decréscimo da pressão não foi considerado relevante.

Figura 17: perspectiva isométrica do banheiro central 1 térreo: a) não individualizado
b) individualizado



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 18: perspectiva isométrica do banheiro central 2 térreo: a) não individualizado
b) individualizado.



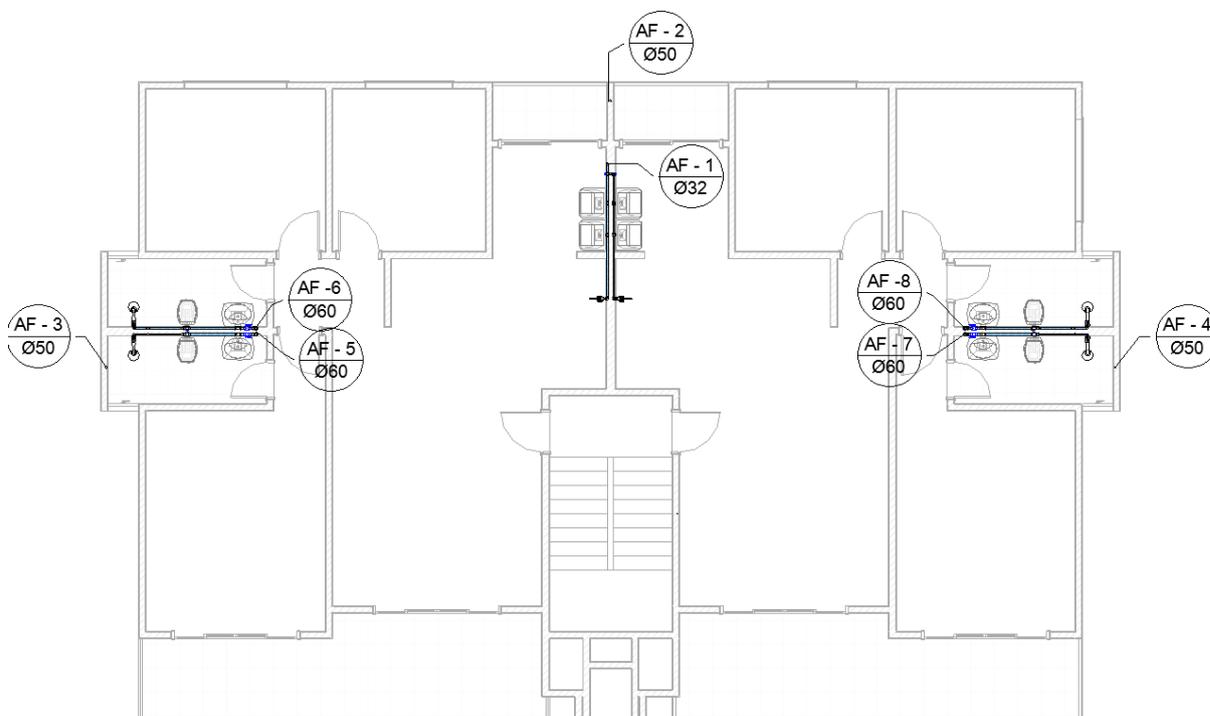
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os banheiros centrais do térreo, igualmente aos banheiros laterais, as mudanças feitas foram apenas de desvio da tubulação para a passagem pelo hidrômetro. Porém, diferente dos banheiros laterais, os 2 banheiros centrais são alimentados pela mesma coluna de água, fazendo com que o desvio fosse um pouco mais complexo.

Os hidrômetros dos banheiros do térreo, com a individualização, estão localizados dentro das salas comerciais; sendo possível a leitura do consumo pelo profissional autorizado em cada sala comercial.

A planta dos pavimentos foi onde ocorreram as maiores mudanças no projeto, conforme figuras 19, e 20.

Figura 19: Planta de pavimento não individualizado.

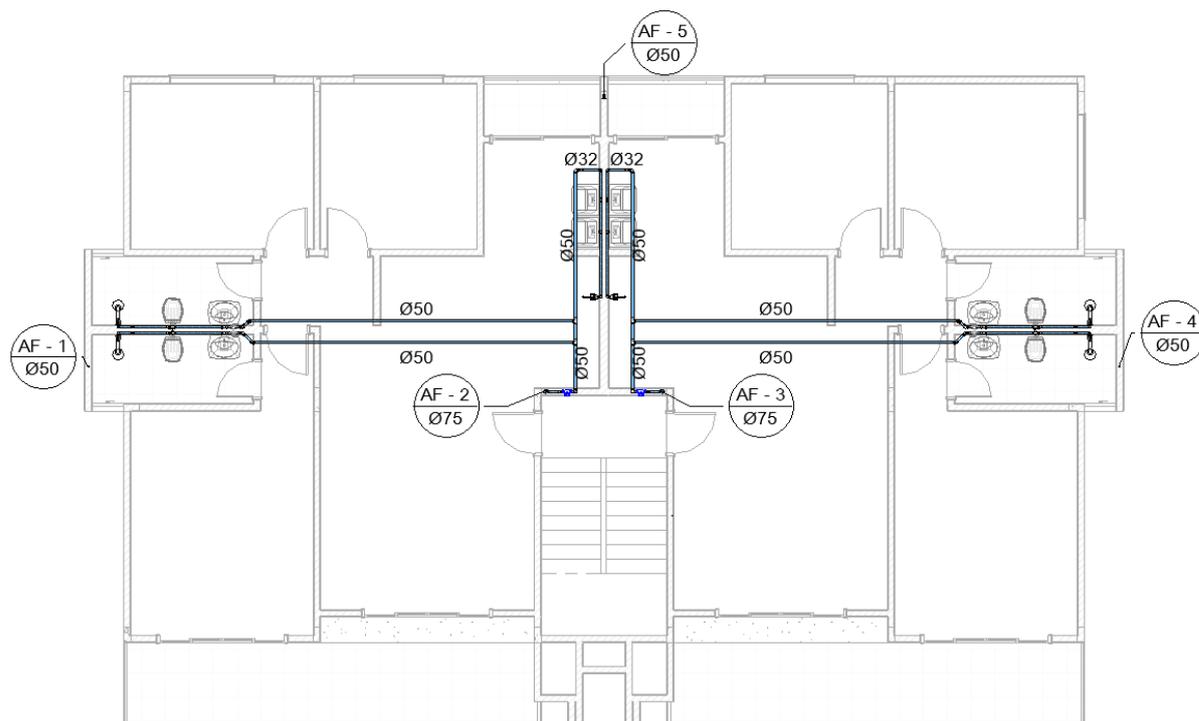


Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

No projeto não individualizado os apartamentos eram alimentados por 5 colunas, onde:

- AF – 6: Alimenta os banheiros sociais dos apartamentos da esquerda.
- AF – 8: Alimenta os banheiros sociais dos apartamentos da direita.
- AF – 5: Alimenta os banheiros da suíte dos apartamentos da esquerda.
- AF – 7: Alimenta os banheiros da suíte dos apartamentos da direita.
- AF – 1: Alimenta as 4 cozinhas da edificação.

Figura 20: Planta de pavimento individualizado.



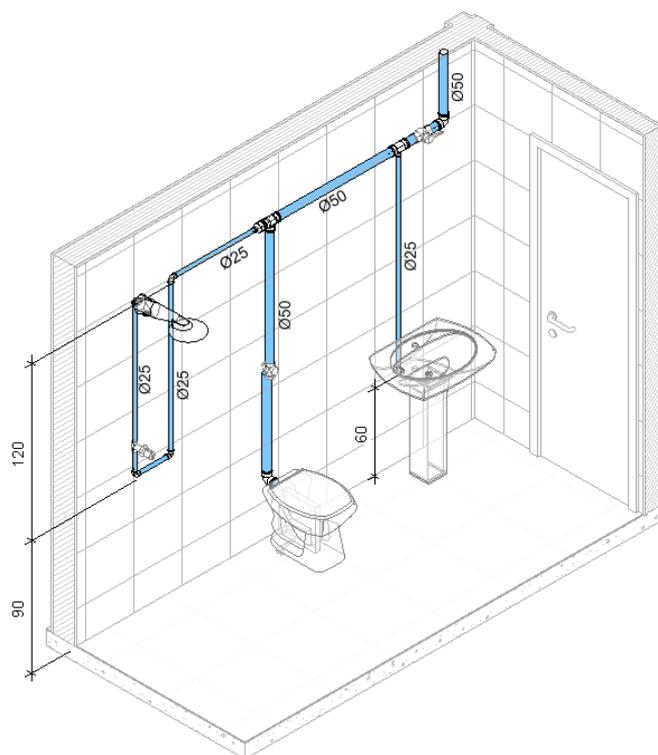
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Com a individualização os quatro apartamentos passaram a ser alimentados pelas colunas AF – 2 e AF – 3.

Na tubulação interna dos banheiros, cozinhas e lavanderia não houve alterações, desta forma a vista isométrica destas áreas não foi alterada, como mostra a figura 21 e 22.

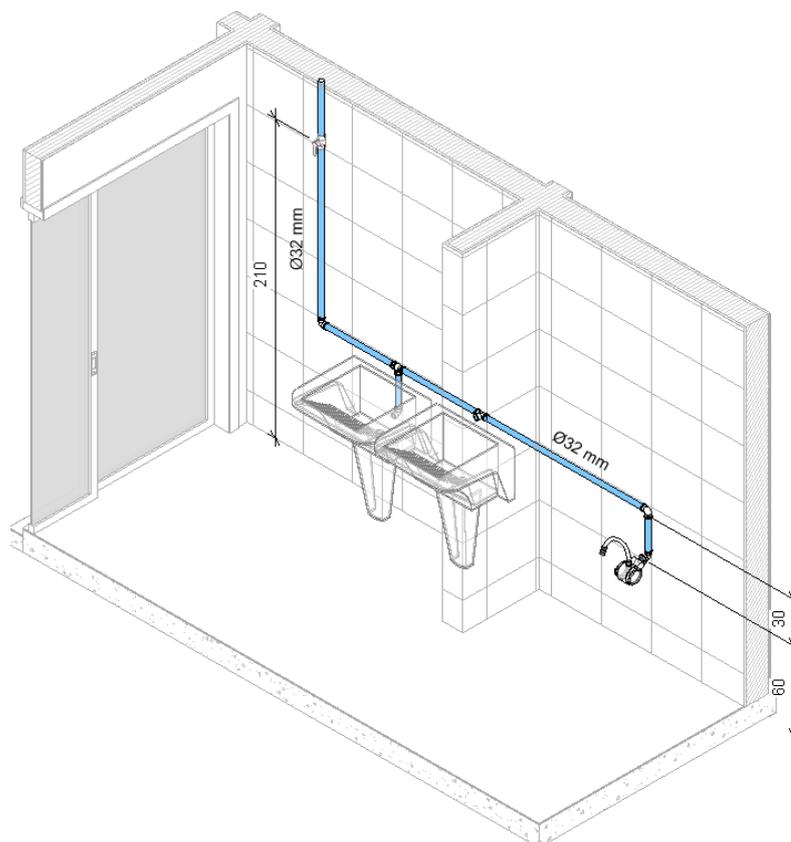
A alimentação dos apartamentos do projeto individualizado pelas colunas AF – 2 e 3, está mostrada na figura 23.

Figura 21: perspectiva isométrica dos banheiros dos apartamentos.



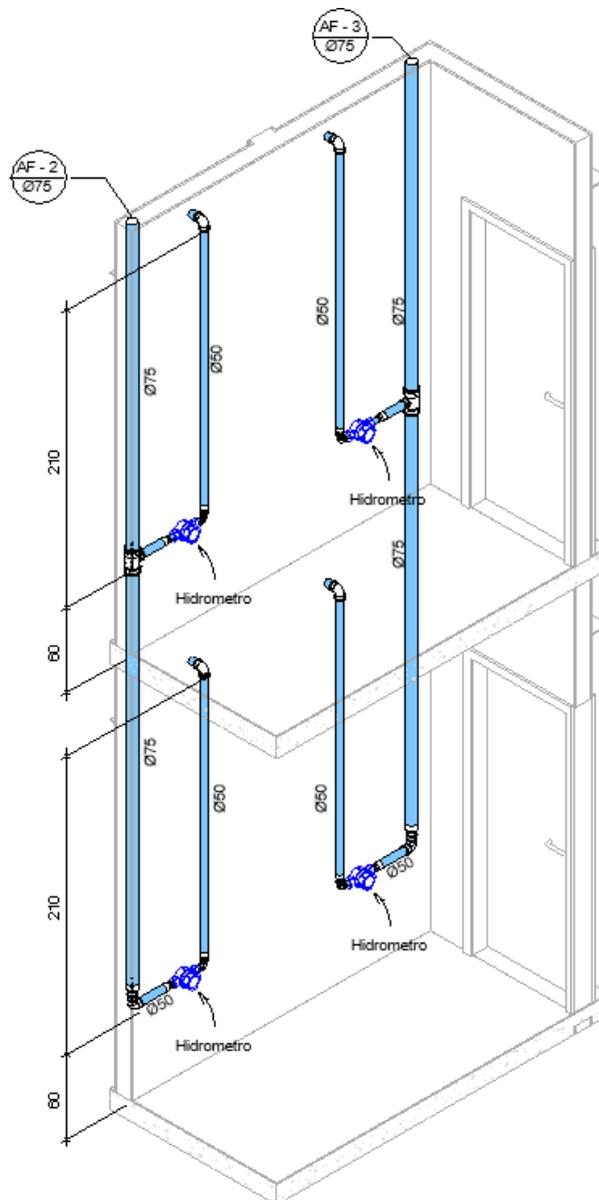
Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 22: perspectiva isométrica das cozinhas e lavanderias dos apartamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 23: perspectiva isométrica da alimentação dos apartamentos do projeto individualizado.

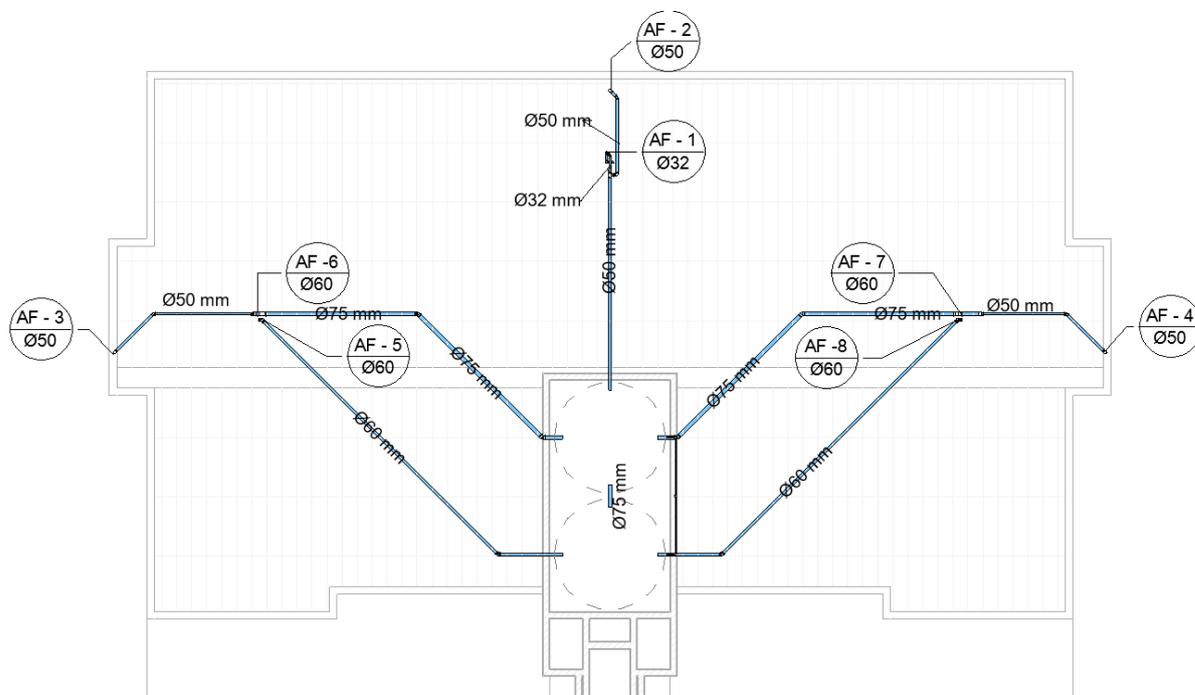


Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Os isométricos dos banheiros, e cozinha/lavadeira são iguais para os dois projetos, pois não tiveram alterações nesses trechos. No isométrico das colunas de alimentação do projeto individualizado é possível ver a localização do hidrômetro dos apartamentos e a distribuição de água para cada habitação. Os hidrômetros, localizados no hall de entrada, estão a 60 cm do chão e em um local acessível à pessoa responsável para a leitura do consumo.

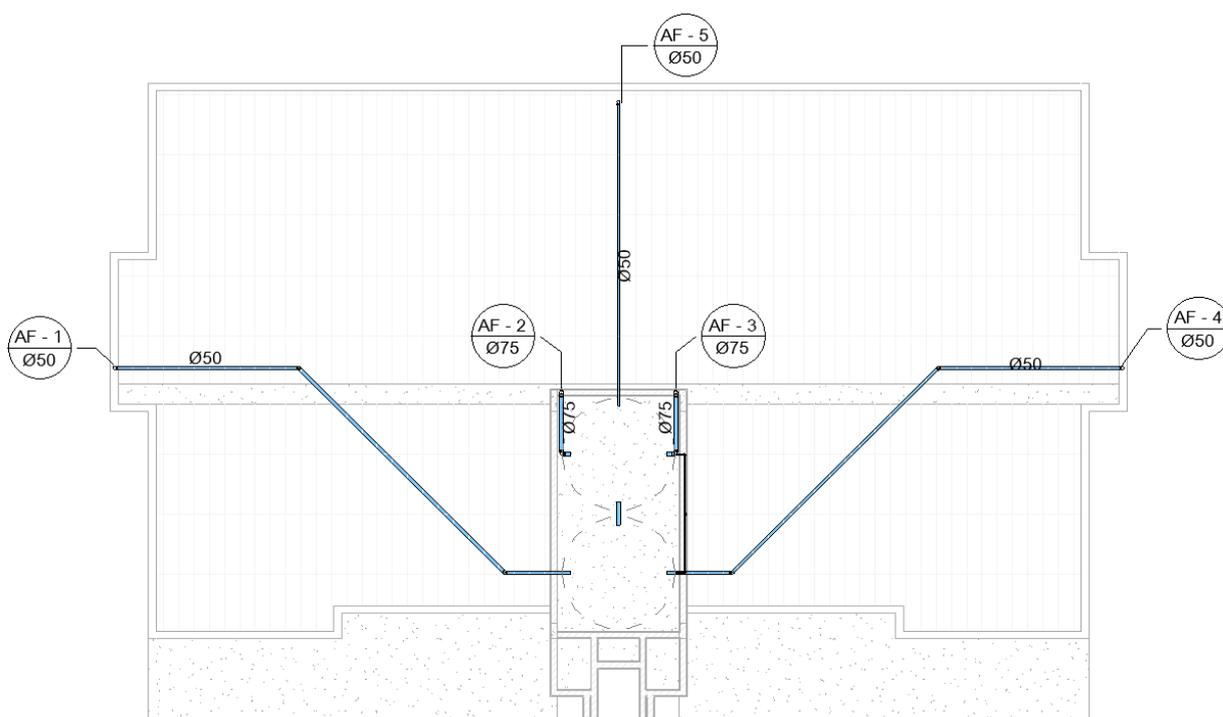
Em seguida, nas figuras 24 e 25, será mostrada a diferença entre as plantas de cobertura dos dois projetos.

Figura 24: Planta de cobertura do projeto não individualizado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Figura 25: Planta de cobertura do projeto individualizado.



Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

É possível verificar nas plantas de cobertura dos dois projetos, a localização das 5 colunas que alimentam os apartamentos e as 3 colunas que alimentam os banheiros do térreo no projeto não individualizado.

Com o projeto de individualização os apartamentos passaram a ser abastecidos apenas por 2 colunas e as 3 colunas de abastecimento do térreo se mantiveram. Porém, mesmo com a diminuição das colunas de água, o abastecimento de todos os pontos da edificação continuou com as mesmas 5 saídas dos 2 reservatórios superiores.

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

A opção de manter as colunas de alimentação das salas comerciais, além de facilitar o projeto de individualização, fez com que as alterações no térreo fossem apenas de desvio da tubulação dentro dos próprios banheiros. Com isso, para o projeto de individualização das salas comerciais é apenas necessário a quebra da parede dos banheiros e a reformulação da passagem da tubulação.

Ao contrário do térreo, para alimentação dos pavimentos foram projetadas duas colunas de água, uma para cada lado da edificação. Com isso, foi possível manter a tubulação interna dos banheiros, cozinhas e lavanderias sendo necessário apenas realizar a ligação da nova alimentação com as áreas molhadas de cada habitação.

Para execução das colunas de alimentação do projeto de individualização, será necessário a quebra da parede do hall de entrada dos apartamentos. A escolha da descida pela parede deve-se ao fato de não ter espaço suficiente no hall de entrada para a criação de um shaft e pela opção de não diminuir o tamanho da cozinha com a criação de um shaft interno.

A coluna de alimentação dos apartamentos, após passar pelo hidrômetro, sobe a uma altura de 2,7 metros onde é distribuída para as áreas molhadas dos apartamentos por cima do forro de gesso. Como a distribuição é feita por cima do forro, serão necessárias obras de quebra de forro e posteriormente a reconstrução do mesmo.

5.1 ESTIMATIVA DE CUSTOS

A análise dos custos feita a partir dos quantitativos de peças e tubulações usadas em cada projeto, gerados automaticamente pelo *software* Revit através de tabelas exportadas para o Excel.

Para comparação e análise dos projetos, o quantitativo e estimativa de custos são apresentados para o projeto não individualizado; para o projeto individualizado; e para o projeto de individualização do projeto em estudo.

As tabelas 6, 7 e 8 mostram o quantitativo de peças do projeto como foi executado; do projeto caso fosse elaborado desde o início com a medição individual; e do projeto de individualização do sistema atual, respectivamente.

Para a escolha do pressurizador foi contatado um representante de vendas da marca Komeco, o qual sugeriu para este caso o modelo TP820. A consulta de preços das tubulações teve como base o catálogo de peças dos fabricantes Tigre e Docol.

O orçamento dos produtos foi fornecido pela empresa Pinhalito Branco Materiais de Construção, no mês de agosto de 2017, em virtude de localizar-se na cidade de Dionísio Cerqueira – SC. Mesma cidade onde o projeto a que se refere este trabalho está executado.

Tabela 5: Custo de peças do projeto não individual.

Sistema	Quantidade	Descrição	Dimensão	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo
Acessórios:						
Água fria doméstica	1	Hidrômetro para cavalete			R\$138,00	R\$138,00
Água fria doméstica	8	Registro de Gaveta PVC Branco 25mm - TIGRE			R\$32,80	R\$262,40
Água fria doméstica	4	Registro Esfera VS Compacto Soldável 32mm - TIGRE			R\$18,80	R\$75,20
Água fria doméstica	12	Registro Esfera VS Compacto Soldável 50mm - TIGRE			R\$34,80	R\$417,60
Água fria doméstica	12	Válvula de Descarga 1 1/2" BP - Docol			R\$84,40	R\$1.012,80
Conexões:						
Água fria doméstica	10	Tê de Redução Soldável 50x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø25		R\$8,80	R\$88,00
Água fria doméstica	4	Luva de Redução Soldável 60x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø60-Ø50		R\$9,80	R\$39,20
Água fria doméstica	9	Luva de Redução Soldável 50x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø25		R\$4,80	R\$43,20
Água fria doméstica	8	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 32 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø25		R\$14,80	R\$118,40
Água fria doméstica	8	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25		R\$6,80	R\$54,40
Água fria doméstica	11	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø20		R\$6,80	R\$74,80
Água fria doméstica	1	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 20 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20		R\$6,80	R\$6,80
Água fria doméstica	2	Joelho 90º Soldável 60mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø60-Ø60		R\$24,80	R\$49,60
Água fria doméstica	25	Joelho 90º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50		R\$5,80	R\$145,00
Água fria doméstica	14	Joelho 90º Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32		R\$2,80	R\$39,20
Água fria doméstica	33	Joelho 90º Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25		R\$1,00	R\$33,00
Água fria doméstica	2	Joelho 90º Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20		R\$0,80	R\$1,60
Água fria doméstica	4	Joelho 45º Soldável 75mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø75		R\$58,00	R\$232,00
Água fria doméstica	2	Joelho 45º Soldável 60mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø60-Ø60		R\$24,80	R\$49,60
Água fria doméstica	3	Joelho 45º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50		R\$7,80	R\$23,40
Água fria doméstica	1	Joelho 45º Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32		R\$3,80	R\$3,80
Água fria doméstica	1	Joelho 45º Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25		R\$1,80	R\$1,80
Água fria doméstica	2	Bucha de Redução Soldável Longa 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø50		R\$14,80	R\$29,60
Água fria doméstica	1	Bucha de Redução Soldável Longa 50x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø32		R\$4,80	R\$4,80
Água fria doméstica	1	Bucha de Redução Soldável Longa 50x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø20		R\$3,80	R\$3,80
Tubos:						
Água fria doméstica	1,0	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø20	2,71	R\$3,80	R\$3,80
Água fria doméstica	11,0	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø25	62,41	R\$16,80	R\$184,80
Água fria doméstica	4,0	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø32	21,9	R\$39,80	R\$159,20
Água fria doméstica	14,0	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø50	81,31	R\$64,80	R\$907,20
Água fria doméstica	4,0	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø60	20,38	R\$110,00	R\$440,00
Água fria doméstica	3,0	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø75	14,71	R\$225,00	R\$675,00
					Preço total:	R\$5.318,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 6: Custo de peças do projeto individual.

Sistema	Quantidade	Descrição	Dimensão	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo
Acessórios:						
Água fria doméstica	9	Hidrômetro para cavalete			R\$138,00	R\$1.242,00
Água fria doméstica	8	Registro de Gaveta PVC Branco 25mm - TIGRE			R\$32,80	R\$262,40
Água fria doméstica	4	Registro Esfera VS Compacto Soldável 32mm - TIGRE			R\$18,80	R\$75,20
Água fria doméstica	12	Registro Esfera VS Compacto Soldável 50mm - TIGRE			R\$34,80	R\$417,60
Água fria doméstica	12	Válvula de Descarga 1 1/2" BP - Docol			R\$84,40	R\$1.012,80
Água fria doméstica	2	Pressurizador TP 820 - Komeco			R\$629,80	R\$1.259,60
Conexões:						
Água fria doméstica	4	Tê Soldável com Bucha de Latão na Bolsa Central 32 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32-Ø25		R\$12,80	R\$51,20
Água fria doméstica	19	Tê Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø50		R\$10,80	R\$205,20
Água fria doméstica	4	Tê Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32-Ø32		R\$8,80	R\$35,20
Água fria doméstica	1	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25-Ø25		R\$6,80	R\$6,80
Água fria doméstica	2	Tê de Redução Soldável 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø75-Ø50		R\$12,80	R\$25,60
Água fria doméstica	10	Tê de Redução Soldável 50x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø25		R\$8,80	R\$88,00
Água fria doméstica	9	Luva de Redução Soldável 50x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø25		R\$4,80	R\$43,20
Água fria doméstica	8	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 32 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø25		R\$14,80	R\$118,40
Água fria doméstica	8	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25		R\$6,80	R\$54,40
Água fria doméstica	11	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø20		R\$6,80	R\$74,80
Água fria doméstica	1	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 20 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20		R\$6,80	R\$6,80
Água fria doméstica	4	Joelho 90º Soldável 75mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø75		R\$48,80	R\$195,20
Água fria doméstica	64	Joelho 90º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50		R\$5,80	R\$371,20
Água fria doméstica	20	Joelho 90º Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32		R\$2,80	R\$56,00
Água fria doméstica	33	Joelho 90º Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25		R\$1,00	R\$33,00
Água fria doméstica	2	Joelho 90º Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø20-Ø20		R\$0,80	R\$1,60
Água fria doméstica	2	Joelho 45º Soldável 60mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø60-Ø60		R\$24,80	R\$49,60
Água fria doméstica	11	Joelho 45º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50		R\$7,80	R\$85,80
Água fria doméstica	1	Joelho 45º Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25		R\$1,80	R\$1,80
Água fria doméstica	2	Bucha de Redução Soldável Longa 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø50		R\$14,80	R\$29,60
Água fria doméstica	20	Bucha de Redução Soldável Longa 50x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø32		R\$4,80	R\$96,00
Água fria doméstica	1	Bucha de Redução Soldável Longa 50x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø20		R\$3,80	R\$3,80
Água fria doméstica	2	Bucha de Redução Soldável Curta 60x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø60-Ø50		R\$12,80	R\$25,60
Tubos:						
Água fria doméstica	1	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø20	2,74	R\$3,80	R\$3,80
Água fria doméstica	11	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø25	62,4	R\$16,80	R\$184,80
Água fria doméstica	4	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø32	20,91	R\$39,80	R\$159,20
Água fria doméstica	28	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø50	165,63	R\$64,80	R\$1.814,40
Água fria doméstica	3	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø60	13,97	R\$110,00	R\$330,00
Água fria doméstica	3	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø75	13,95	R\$225,00	R\$675,00
					Preço total:	R\$9.095,60

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

Tabela 7: custo de peças para individualização de medição de água.

Sistema	Quantidade	Descrição	Dimensão	Comprimento (m)	Custo Unitário	Custo
Acessórios:						
Água fria doméstica	8	Hidrômetro para cavalete			R\$138,00	R\$1.104,00
Água fria doméstica	2	Registro Esfera VS Compacto Soldável 50mm - TIGRE			R\$34,80	R\$69,60
Água fria doméstica	2	Pressurizador TP 820 - Komeco			R\$629,80	R\$1.259,60
Conexões:						
Água Fria	9	Tê Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø50		R\$10,80	R\$97,20
Água Fria	2	Tê de Redução Soldável 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø75-Ø50		R\$28,80	R\$57,60
Água Fria	4	Joelho 90º Soldável 75mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø75		R\$48,80	R\$195,20
Água Fria	48	Joelho 90º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50		R\$5,80	R\$278,40
Água Fria	12	Joelho 90º Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32		R\$2,80	R\$33,60
Água Fria	11	Joelho 45º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50		R\$7,80	R\$85,80
Água Fria	2	Bucha de Redução Soldável Longa 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø75-Ø50		R\$14,80	R\$29,60
Água Fria	20	Bucha de Redução Soldável Longa 50x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø32		R\$4,80	R\$96,00
Água Fria	2	Bucha de Redução Soldável Curta 60x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø60-Ø50		R\$12,80	R\$25,60
Tubos:						
Água fria doméstica	1	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø32	4,85	R\$39,80	R\$39,80
Água fria doméstica	19	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø50	112,82	R\$64,80	R\$1.231,20
Água fria doméstica	2	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø60	11,42	R\$110,00	R\$220,00
Água fria doméstica	3	Tubo PVC rígido, cor marrom, linha soldável - Tigre	Ø75	13,49	R\$225,00	R\$675,00
					Preço total:	R\$5.498,20

Fonte: Elaborado pelo autor (2017).

O custo total das peças no projeto individual e no projeto como foi executado apresenta grande diferença devido aos 7 hidrômetros e os 2 pressurizadores nas novas colunas de alimentação que são necessários no projeto com medição individualizada. Esses itens, fazem com que o custo das peças seja de aproximadamente 3.7 mil reais a mais no projeto individualizado.

O custo de peças para individualização do projeto existente, como mostrado na tabela 8, foi de 5.498,20 reais. Porém para determinação do custo total deve-se levar em conta a mão de obra para a quebra das paredes e forro de gesso onde a nova tubulação passará.

Para a estimativa de gastos com mão de obra, o referencial de preços foi extraído do Departamento Estadual de Infra-Estrutura (DEINFRA) na tabela de referencial de serviços com data base de 30/10/2016. Os serviços necessários são:

- Demolição de alvenaria de tijolos furados: R\$: 7,88/m²
- Demolição de forro: R\$: 2,83/m²
- Reboco de argamassa regular: R\$: 24,86/m²
- Forro de gesso: R\$: 78,18/m²
- Pintura Óleo sobre alvenaria – 2 demãos: R\$: 18,77/m²

A área de parede a ser quebrada, rebocada com argamassa e pintura é estimada em 12m², para todo o projeto de individualização. A demolição e recolocação do forro de gesso estimada em 5m² em cada apartamento, totalizando 20m² para o projeto completo de individualização.

Com isso, o custo de mão de obra do projeto de individualização fica estimado em aproximadamente 2.238,32 reais. Deste modo, o custo total para individualização, mão de obra e peças, é de cerca de 7.736,52 reais.

Relembrando que são quatro habitações e quatro salas comerciais beneficiadas com a individualização, o custo total se dividido igualmente em oito seria de menos de mil reais para cada, aproximadamente em 967,08 reais.

Como apresentado no capítulo 1 deste trabalho, a individualização pode apresentar uma economia entre 15 a 40% de água. Deste modo, o projeto de individualização pode ser considerado aplicável e viável se comparado o preço total da tubulação utilizado e o preço gasto pelas unidades habitacionais para a aplicação do projeto. Para a real viabilidade de transição é necessário realizar um estudo do

consumo da edificação para estimar em quantos meses o sistema individual apresentaria vantagem para o consumidor.

6. CONCLUSÃO

Para o planejamento deste trabalho de conclusão de curso, houve o estudo de um projeto de edifício vertical já executado, a fim de identificar a possibilidade da execução de um projeto para individualizar o sistema de abastecimento de água das habitações. O projeto de individualização tem como principal característica garantir a cobrança justa do uso de água para cada morador, além de gerar o consumo consciente de água e consequente diminuição de consumo por habitação.

Tendo em vista as novas leis que tornam obrigatório, em novas edificações, o aferimento individual por apartamento, a procura por profissionais capacitados para implantação deste sistema tende a crescer junto a demanda por projetos de individualização de água.

O estudo de viabilidade de transição realizado com o software Revit para analisar as inconsistências existentes e garantir maior precisão da execução do projeto de individualização foi essencial, não somente para visualização, mas para a quantificação dos itens quantificáveis à estimativa de custos e compras.

Como o objetivo principal era analisar se a aplicação de um projeto de transição de medição de água é viável ou não para o edifício vertical executado, foram analisadas algumas alternativas para que o projeto de medição individual fosse feito de forma viável, optando pela que originou menor número de reformas, não limitava o acesso, tão pouco inutilizava algum espaço do empreendimento.

Pode-se concluir que o objetivo geral e os específicos foram alcançados. Sendo possível determinar a viabilidade de transição e as mudanças necessárias para a aplicação do projeto proposto neste trabalho.

Para encaminhamentos futuros podem ser indicados trabalhos relacionados a estudos de consumo de água em um edifício onde houve transição de sistema e determinar a real diminuição de consumo, através de contas anteriores. Assim, determinar o quão rentável é a individualização de água.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. L.; RUSHEL, R. C. BIM: Conceitos, cenários das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: 1 SIMPOSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONTRUIDO, 2009, São Carlos, SP, p. 602-613. Anais... São Carlos: Rima editora, 2009
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: Copyright, 1998. 41 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR – 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: Copyright, 2015. 162 p.
- BARROS, Marcelo de Brito. Avaliação de mecanismos poupadores de água como suporte ao planejamento urbano em Campina Grande - pb. 2013. 101 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Sanitários, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 2013.
- BARROSO, Luís Pedro Marques. Construção sustentável – Soçuções comparativas para o uso eficiente da água nos edifícios de habitação – liaboa 2010. 110 p. Tese (Doutorado) – Dissertação para obtenção de grau de Mestre em Engenharia Civil na especialidade de Reabilitação de Edifícios, Curso de Engenharia Civil, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2010.
- BRASIL. Presidência da República. Lei Nº 13.312, de 13 de Julho de 2016, Torna obrigatória a medição individualizada em edifícios condominiais. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/L13312.htm>. Acesso em: 31 mar. 2017.
- BRASÍLIA. Sexta Conferência Nacional das Cidades. 5 a 9 de Junho de 2017. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/6conferencia/>>. Acesso em: 11 jun. 2017
- BOKMILLER, D.; WHITBREAD, S.; HRISTOV, P. Mastering Autodesk Revit MEP 2014. Canada, Copyright, 2013.
- COLUSSI, S. S.; OLIVEIRA, L.H.; GONÇALVES, O. M. Avaliação das Vazões em pontos de utilização de água de um apartamento em edifício com sistema de medição individualizada. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Canela RS, 2010. p. 1–10. Anais... ENTAC, Canela, RS, 2010
- Carvalho, Weber de Freitas. Medição Individualizada em Apartamentos – mg. 2010. 109 p. Monografia. Trabalho apresentado como requisito para obtenção do título do Curso de Especialização em Construção Civil. Departamento de Engenharia de Materiais de Construção. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2010

CARDOSO, A.; MAIA, B.; SANTOS, D., et al. **BIM: O que é?** 2012. 27 p. Dissertação (Mestrado) Mestrado Integrado em Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto. 2013

CASAN. Manual de Serviços de Instalação Predial de Água e Esgotos Sanitários. Florianópolis, Jul. 2014. Disponível em: <http://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/files/Documentos_Download/Manual%20de%20Servi%C3%A7os%20de%20Instala%C3%A7%C3%A3o%20Predial%20de%20%C3%81gua%20e%20Esgotos%20Sanit%C3%A1rios.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2017

CENSI. Válvula Transferidora de Pressão **para Caixas D'água**. Disponível em: <<http://www.censi.com.br/produto/detalhe/vlvula-transferidora-de-presso-para-caixas-dgua>> Acesso em: 28 Out. 2017.

CHECCUCCI, É., PEREIRA, A. P.; DE AMORIM, A. L. Modelagem da Informação da Construção (BIM) no Ensino de Arquitetura. In: Sigradi, 2013, Valparaíso, Chile, p 307-311. **Proceedings...** Blucher Design , vol 1, n 7, 2014.

COSTA, Gustavo Uribe Machado da. Governo sanciona lei que obriga medição individualizada de água: Crise da água. Folha de São Paulo: um jornal a serviço do Brasil. Brasília, p. 1-1. 12 jul. 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/07/1790945-governo-sanciona-lei-que-obriga-medicao-individualizada-de-agua.shtml>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

CREDER, Hélio. Instalações Hidráulicas e Sanitárias. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

DINFRA – Preço Referencial de serviços. (2016). Disponível em: <<http://www.deinfra.sc.gov.br/getReferencial.do?nuSeq=3&cdPublicacao=1510>> Acesso em: 28 out. 2017

DUARTE, Gabriele. DIA MUNDIAL DA ÁGUA COMENTE! Consumo diário de água em Santa Catarina é maior do que o recomendado pela ONU. Disponível em: <<http://dc.clicrbs.com.br/sc/estilo-de-vida/noticia/2017/03/consumo-diario-de-agua-em-santa-catarina-e-maior-do-que-o-recomendado-pela-onu-9753926.html>>. Acesso em: 14 abr. 2017.

FERRARO, Francesco Antonello. Implantação de medição individualizada de água quente em prédios: comparação entre os sistemas – rs. 2013. 90 p. Dissertação (Mestrado) – Trabalho de Diplomação apresentado ao departamento de Engenharia Civil da escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio grande do Sul, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2013.

GIL, Antonio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008

HIDROLUZ. Medição Individualizada de Água de Hidrômetro por Radio Frequência. Disponível em:

<http://www.hidroluz.com.br/mobile/medicao_individualizada.aspx>. Acesso em: 11 jun. 2017.

JOINVILLE. Lei Complementar nº 396, de 19 de dezembro de 2013. Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico de Joinville e dá outras providências. Câmara de vereadores de Joinville Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/joinville/lei-complementar/2013/39/396/lei-complementar-n-396-2013-dispoe-sobre-a-politica-municipal-de-saneamento-basico-de-joinville-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

Lima, B.C.; Yamaguchi, J.K.; Kassuba, L.L.; Ferreira, A.T. Sistema de medição individualizada de água: Estudo de caso de edifício comercial em São Paulo – sp. 2016. P.1 – 11. Anais... REEC, São Paulo, SP, 2016

LOUREIRO, Dália Susana dos Santos Cruz. Metodologias de análise de consumo para gestão eficiente de sistema de distribuição de água – Lisboa. 2010. Dissertação (Mestrado) – Dissertação para obtenção de Grau de Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Técnica de Lisboa.

Santos, Daniel Costa dos. Os Sistemas Prediais e a Promoção da Sustentabilidade Ambiental. Curitiba: ANTAC, 2002

SOUZA, L. L., AMORIM, S. R. L; LYRIO, A. M. (04 de 11 de 2009). Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário . **Gestão & Tecnologia de projetos**. v. 4, n. 2 p. 26-53, 2011

SOUZA, R.; MOTTA, R. F. M.; ALVES, A. H. V. Proposta para classificação da eficiência do uso da água nas edificações residenciais. In: ConferenceNUTAU, São Paulo, SP 2008. P.1 – 10. Anais... Conferencepaper, São Paulo, SP, 2008.

TEIXEIRA, João Pedro de Almeida. Sistema de medição individualizada de água: Repercussão para o consumidor e o meio ambiente - rs 2008. 77 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2008.

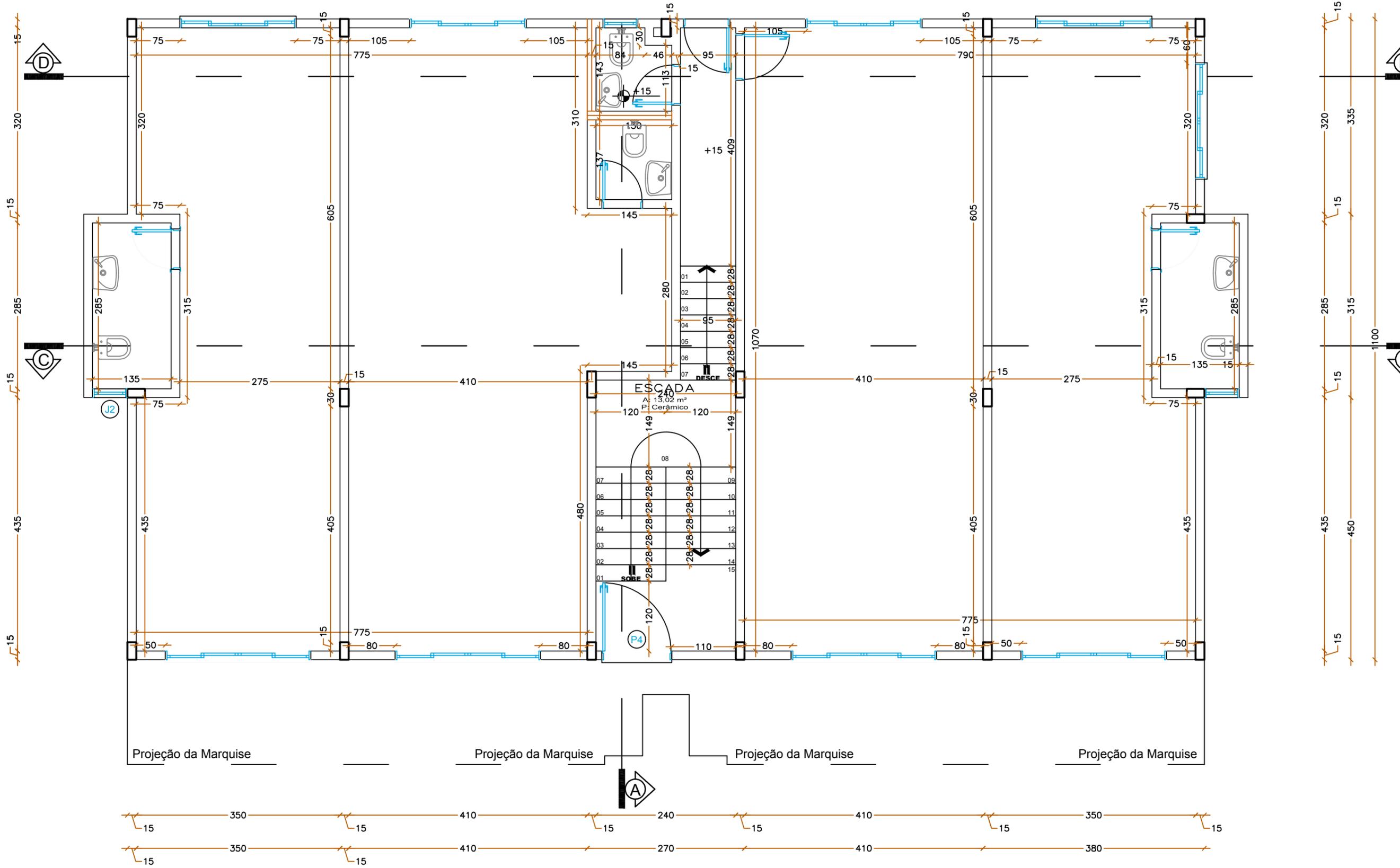
VICTORINO, Celia Jurema Aito. Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: Edipucrs, 2007.

HWANG, Ned H. C. Fundamentos de Sistemas de Engenharia Hidráulica. Rio de Janeiro: Prentice- Hall, 1984.

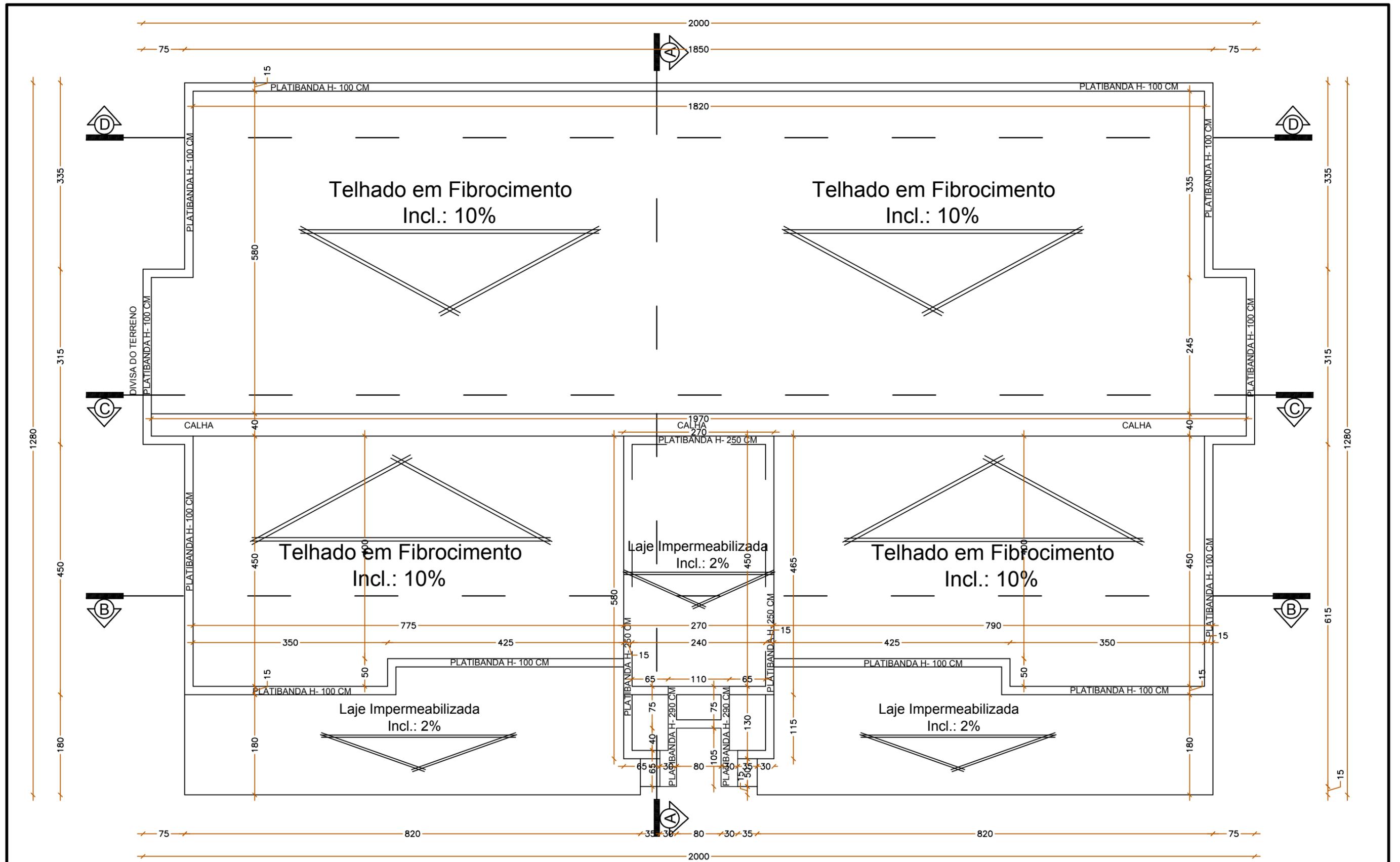
Yamada, E. S.; Prado, R. T. A.; Ioshimoto, E. Os impactos do sistema individualizado de medição de água: Boletim técnico da escola Politécnica da USP departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, SP, 2001

YIN, Robert K. Estudo de Caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXOS



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA			
ALUNO		LUIZ HENRIQUE DRAGONE	
ASSUNTO		TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	
PROJETO ARQUITETÔNICO			
PLANTA TÉRREO			
Escalas indicada	local Dionísio Cerqueira - SC	Data Outubro/2017	Folha 01/04

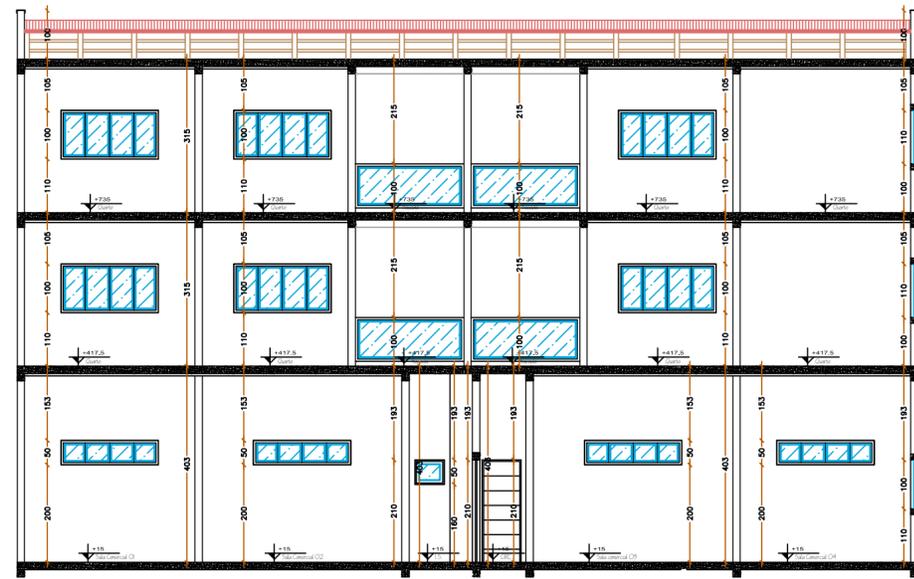


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALUNO LUIZ HENRIQUE DRAGONE
 ASSUNTO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO ARQUITETÔNICO
 PLANTA DE COBERTURA

Escalas indicada	local Dionísio Cerqueira - SC	Data Outubro/2017	Folha 03/04
---------------------	----------------------------------	----------------------	----------------



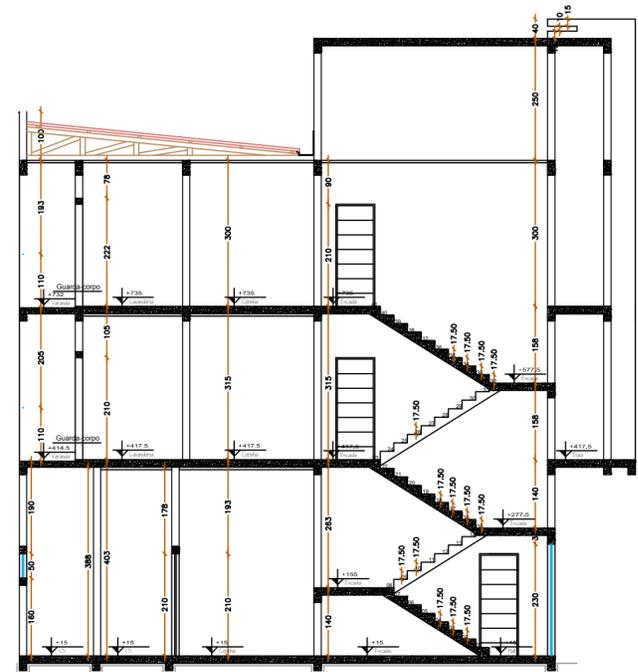
CORTE D
Escala 1/50



CORTE C
Escala 1/50



FACHADA FRONTAL
Escala 1/50



PROJETO ARQUITETÔNICO

CORTES E ELEVAÇÕES

prancha

04/04

local
Dionísio Cerqueira - SC

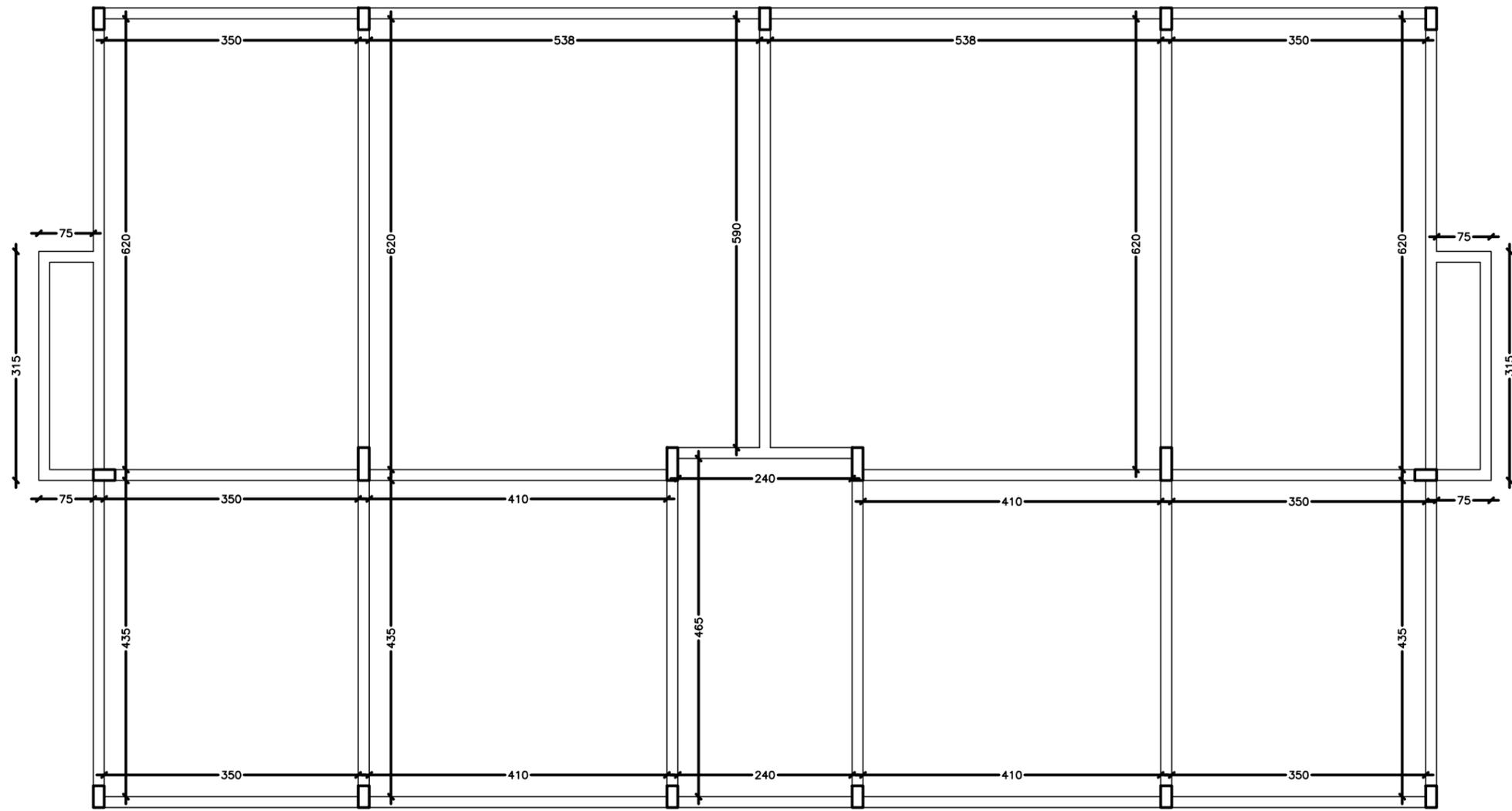
escala
indicada
data
30/10/2017

conteúdo
*CORTE C
CORTE D
ELEVAÇÕES
FACHADA FRONTAL

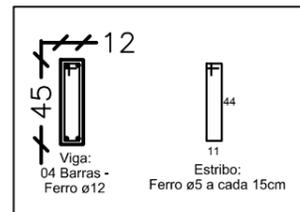
LUIZ HENRIQUE DRAGONE
graduando em engenharia de infraestrutura

(49) 99901-4500

lque_dragone@hotmail.com



VIGAS

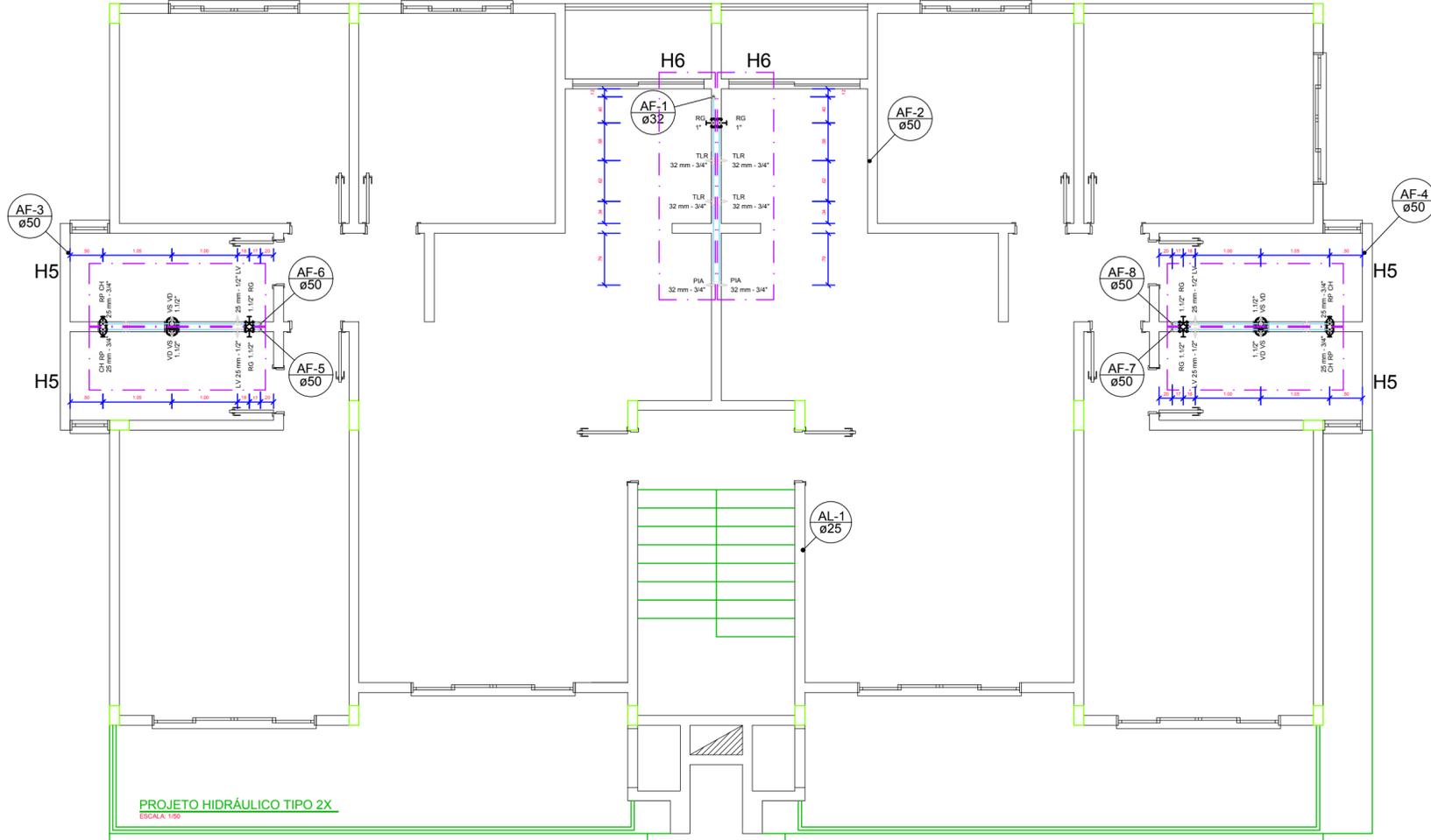
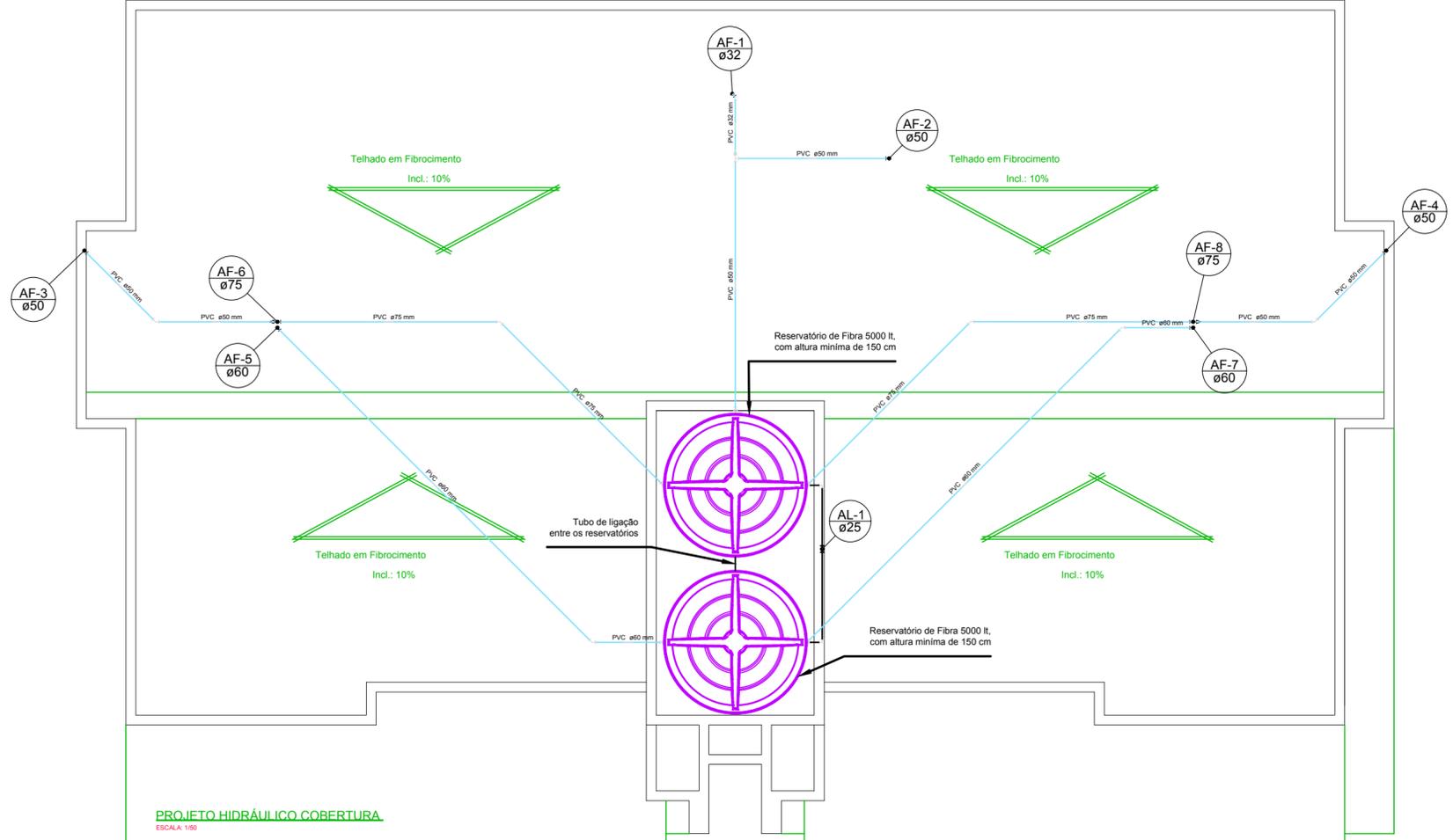


UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

ALUNO LUIZ HENRIQUE DRAGONE
CONTEUDO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETO ESTRUTURAL
PLANTA DE FORMA

Escalas sem escala	Local Dionísio Cerqueira - SC	Data Outubro/2017	Folha 01
-----------------------	----------------------------------	----------------------	-------------



PROJETO HIDRÁULICO

PLANTAS DE COBERTURA E TIPO

prancha

01/03

local
Dionísio Cerqueira - SC

escala
indicada

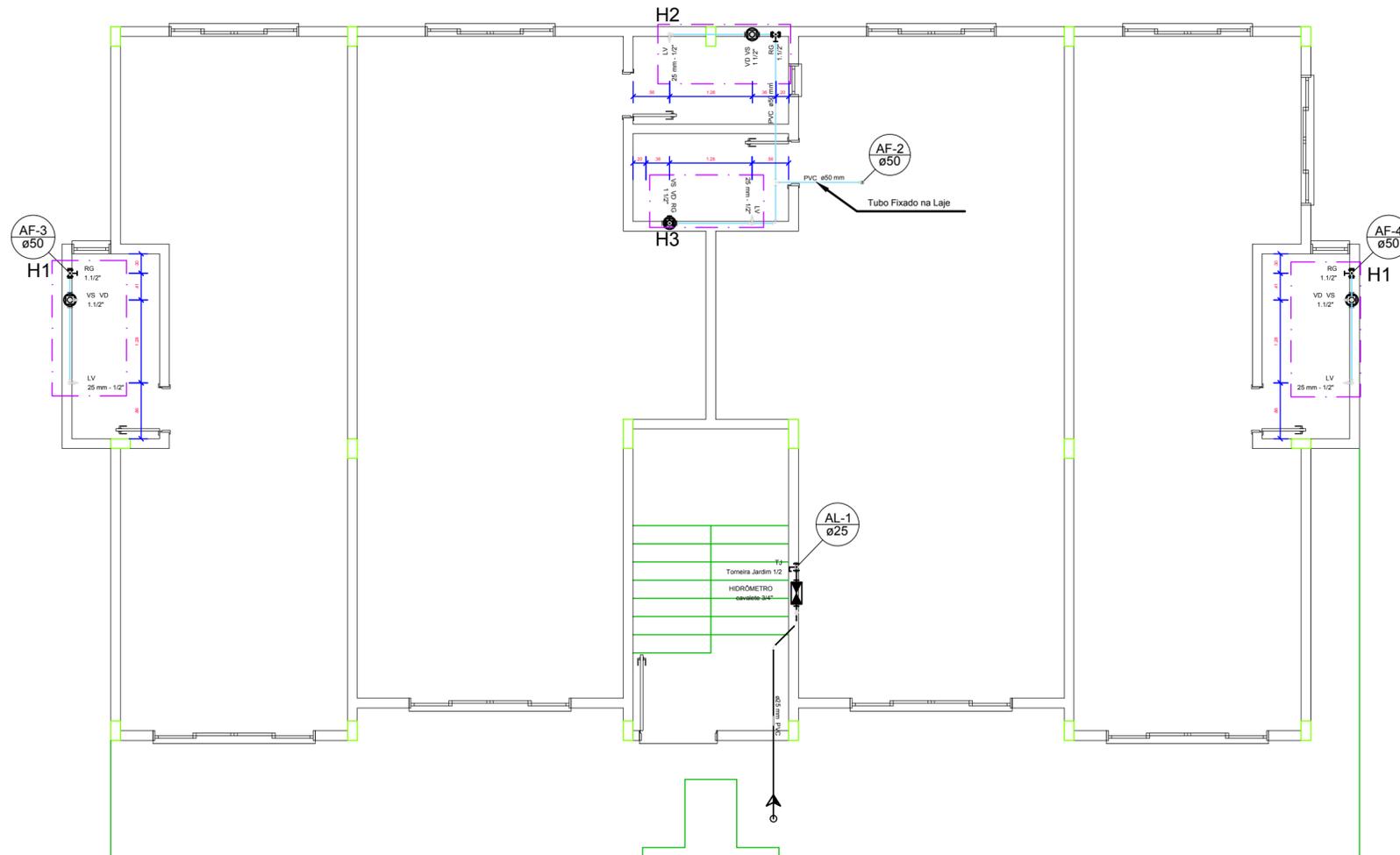
data
30/10/2017

conteúdo
* PROJETO HIDRÁULICO PLANTA DE COBERTURA
PROJETO HIDRÁULICO PLANTA TIPO

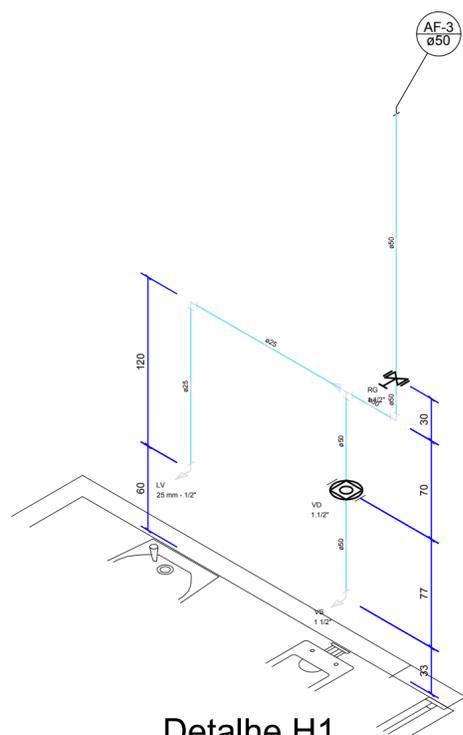
LUIZ HENRIQUE DRAGONE
graduando em engenharia de infraestrutura

(49) 99901-4500

ique_dragone@hotmail.com

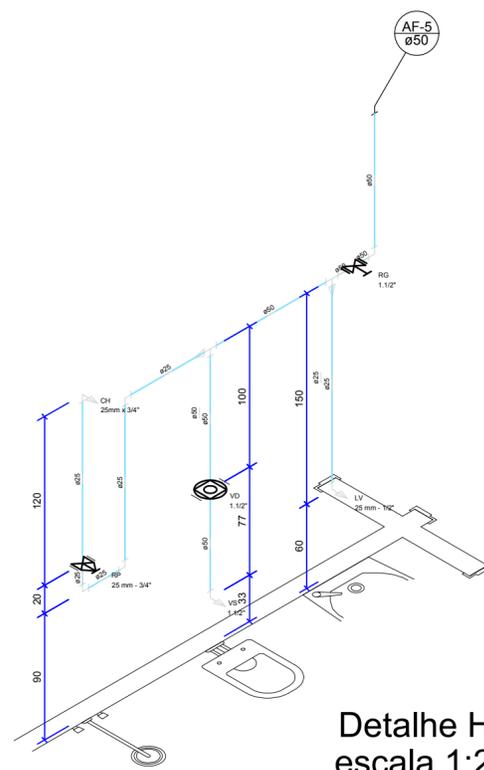


PROJETO HIDRÁULICO TÉRREO
ESCALA: 1/50



Detalhe H1
escala 1:25

Legenda	
	Registro bruto gaveta eurapa cPVC soldável - RG
	Válvula de descarga cPVC soldável - VD
Legenda Detalhada	
	Registro bruto gaveta eurapa cPVC soldável - RG
Medidas	
Registro de gaveta bruto Eurapa 1.1/2"	1,00
PVC ligado soldável	1,00
Adapt. sold. curto c/boia-rosca p registro 50 mm - 1.1/2"	2,00
	Válvula de descarga cPVC soldável - VD
Medidas	
RG 1.1/2"	1,00
Válvula de descarga baixa pressão 1.1/2"	1,00
PVC 25mm	1,00
Boia de ligação p vaso sanitário 1.1/2"	1,00
Tubo de descarga VDE 38 mm	1,00
Tubo de ligação latão cromado c/ canopla p vaso Sa. 38 mm	1,00
PVC ligado soldável	1,00
Adapt. sold. curto c/boia-rosca p registro 50 mm - 1.1/2"	1,00
Legenda das indicações	
LV	Lavatório com pedre de 90° - 25 mm - 1/2"
RG	Registro bruto gaveta eurapa cPVC soldável - 1.1/2"
VD	Válvula de descarga cPVC soldável - 1.1/2"
VS	Vaso Sanitário com válvula de descarga - 1.1/2"



Detalhe H5
escala 1:25

Legenda	
	Registro bruto gaveta ABNT cPVC soldável - RG
	Registro de Pressão com PVC soldável - RP
	Válvula de descarga cPVC soldável - VD
Legenda Detalhada	
	Registro bruto gaveta ABNT cPVC soldável - RG
Medidas	
Registro de gaveta bruto ABNT 1.1/2"	1,00
PVC ligado soldável	1,00
Adapt. sold. curto c/boia-rosca p registro 50 mm - 1.1/2"	2,00
	Registro de Pressão com PVC soldável - RP
Medidas	
Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	1,00
PVC ligado soldável	1,00
Linha soldável c/ rosca 25 mm - 3/4"	1,00
PVC ligado soldável	1,00
Adapt. sold. curto c/boia-rosca p registro 25 mm - 3/4"	1,00
	Válvula de descarga cPVC soldável - VD
Medidas	
Válvula de descarga baixa pressão 1.1/2"	1,00
PVC 25mm	1,00
Boia de ligação p vaso sanitário 1.1/2"	1,00
Tubo de descarga VDE 38 mm	1,00
Tubo de ligação latão cromado c/ canopla p vaso Sa. 38 mm	1,00
PVC ligado soldável	1,00
Adapt. sold. curto c/boia-rosca p registro 50 mm - 1.1/2"	1,00
Legenda das indicações	
Ch	Chuveiro - 25mm x 3/4"
LV	Lavatório com pedre de 90° - 25 mm - 1/2"
RG	Registro bruto gaveta ABNT cPVC soldável - 1.1/2"
RP	Registro de Pressão com PVC soldável - 25 mm - 3/4"
VD	Válvula de descarga cPVC soldável - 1.1/2"
VS	Vaso Sanitário com válvula de descarga - 1.1/2"

PROJETO HIDRÁULICO

PLANTA DO TÉRREO E DETALHES

prancha

02/03

local

Dionísio Cerqueira - SC

escala

indicada

data

30/10/2017

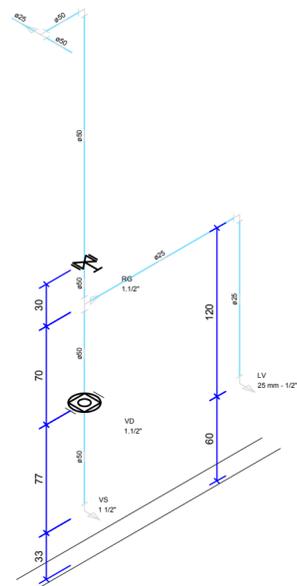
conteúdo

* PROJETO HIDRÁULICO TÉRREO
DETALHE H1 E H5

LUIZ HENRIQUE DRAGONE
graduando em engenharia de infraestrutura

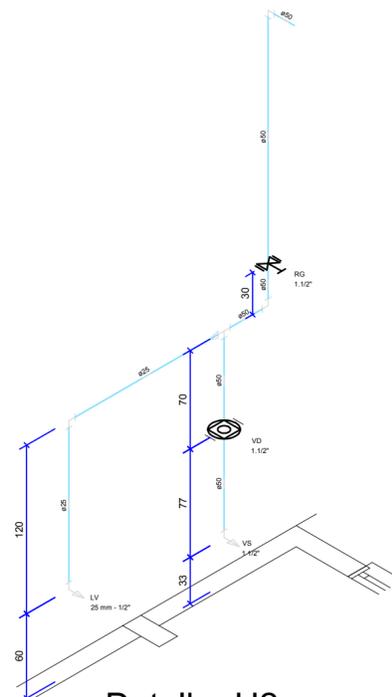
(49) 99901-4500

ique_dragone@hotmail.com



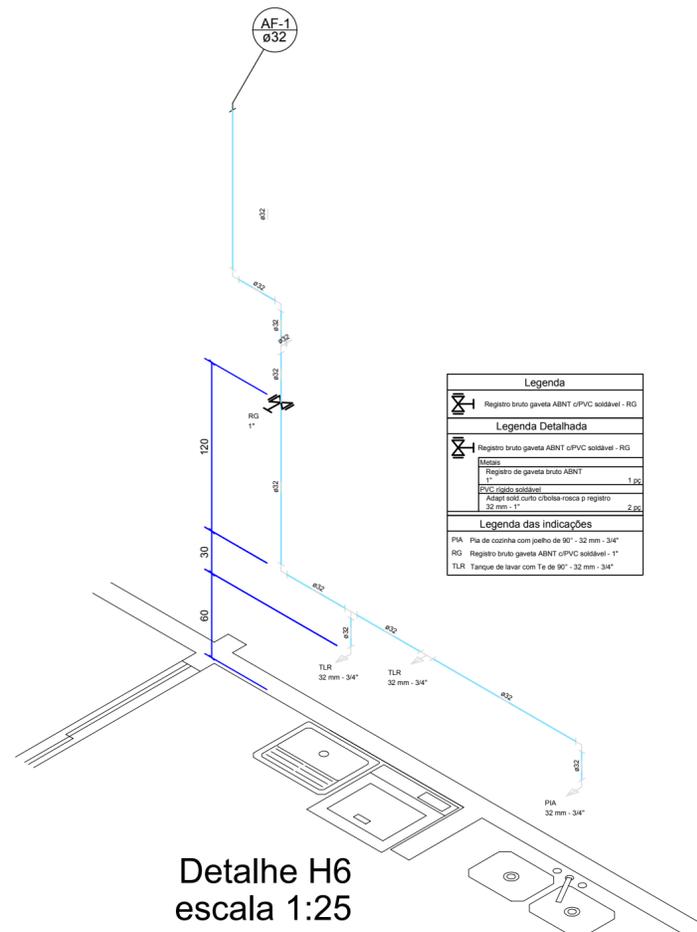
Detalhe H3
escala 1:25

Legenda	
	Registro bruto gaveta europea c/PVC soldável - RG
	Valvula de descarga c/PVC soldável - VD
Legenda Detalhada	
	Registro bruto gaveta europea c/PVC soldável - RG
Medidas	
Registro de gaveta bruto Europa 1.1/2"	1 pc
PVC tipo soldável	
Adapt sold curto c/boia-roscas p registro 50 mm - 1.1/2"	2 pc
	Valvula de descarga c/PVC soldável - VD
Medidas	
Valvula de descarga baixa pressão 1.1/2"	1 pc
PVC Acessorios	
Bomba de ligação p/ vaso sanitário 1.1/2"	1 pc
Tubo de descarga VDE 38 mm	1 pc
Tubo de ligação latão cromado c/ canopla p/ vaso Sa. 38 mm	1 pc
PVC tipo soldável	
Adapt sold curto c/boia-roscas p registro 50 mm - 1.1/2"	1 pc
Legenda das indicações	
LV Lavatório com peixe de 90° - 25 mm - 1/2"	
RG Registro bruto gaveta europea c/PVC soldável - 1.1/2"	
VD Valvula de descarga c/PVC soldável - 1.1/2"	
VS Vaso Sanitário com valvula de descarga - 1.1/2"	



Detalhe H2
escala 1:25

Legenda	
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - RG
	Valvula de descarga c/PVC soldável - VD
Legenda Detalhada	
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - RG
Medidas	
Registro de gaveta bruto ABNT 1.1/2"	1 pc
PVC tipo soldável	
Adapt sold curto c/boia-roscas p registro 50 mm - 1.1/2"	2 pc
	Valvula de descarga c/PVC soldável - VD
Medidas	
Valvula de descarga baixa pressão 1.1/2"	1 pc
PVC Acessorios	
Bomba de ligação p/ vaso sanitário 1.1/2"	1 pc
Tubo de descarga VDE 38 mm	1 pc
Tubo de ligação latão cromado c/ canopla p/ vaso Sa. 38 mm	1 pc
PVC tipo soldável	
Adapt sold curto c/boia-roscas p registro 50 mm - 1.1/2"	1 pc
Legenda das indicações	
LV Lavatório com peixe de 90° - 25 mm - 1/2"	
RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - 1.1/2"	
VD Valvula de descarga c/PVC soldável - 1.1/2"	
VS Vaso Sanitário com valvula de descarga - 1.1/2"	



Detalhe H6
escala 1:25

Legenda	
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - RG
	Valvula de descarga c/PVC soldável - VD
Legenda Detalhada	
	Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - RG
Medidas	
Registro de gaveta bruto ABNT 1"	1 pc
PVC tipo soldável	
Adapt sold curto c/boia-roscas p registro 32 mm - 1"	2 pc
	Valvula de descarga c/PVC soldável - VD
Legenda das indicações	
PIA Pia de cozinha com peixe de 90° - 32 mm - 3/4"	
RG Registro bruto gaveta ABNT c/PVC soldável - 1"	
TLR Tanque de lavar com Te de 90° - 32 mm - 3/4"	

PROJETO HIDRÁULICO

DETALHES

prancha

03/03

local

Dionísio Cerqueira - SC

escala

indicada

data

30/10/2017

conteúdo

* DETALHE H2

DETALHE H3

DETALHE H6

LUIZ HENRIQUE DRAGONE
graduando em engenharia de infraestrutura

(49) 99901-4500

ique_dragone@hotmail.com