

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO
ENTRE AS NORMAS VIGENTES NO BRASIL E EM PORTUGAL PARA
SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA**

**MANAUS - AM
2023**

ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO
ENTRE AS NORMAS VIGENTES NO BRASIL E EM PORTUGAL PARA
SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Ellem Cristiane Morais de Sousa Contente

**MANAUS - AM
2023**

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

M559a Mergulhão, Isabella do Socorro Neves
Análise comparativa dos critérios e parâmetros de projeto entre as normas vigentes no Brasil e em Portugal para sistemas prediais de água fria / Isabella do Socorro Neves Mergulhão . 2023
79 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ellem Cristiane Morais de Sousa Contente
TCC de Graduação (Engenharia Civil) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Instalações Prediais. 2. Norma técnica. 3. Dimensionamento. 4. Regulamento Português. 5. Norma brasileira. I. Contente, Ellem Cristiane Morais de Sousa. II. Universidade Federal do Amazonas
III. Título

ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETO
ENTRE AS NORMAS VIGENTES NO BRASIL E EM PORTUGAL PARA
SISTEMAS PREDIAIS DE ÁGUA FRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 06/11/2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a. Ellem Cristiane Morais de Sousa Contente, Presidente
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof.^a Dr.^a. Maria de Nazaré Alves da Silva, Membro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

Prof.^a MSc. Lilyanne Rocha Garcez, Membro
Universidade Federal do Amazonas - UFAM

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Elis, e ao meu pai, Eder, por acreditarem no meu potencial, por todo apoio, por toda confiança e por fazerem o possível e o impossível ao longo de toda a minha trajetória.

À Prof.^a Ellem Cristiane Contente, minha orientadora, por toda compreensão e auxílio.

À minha irmã, Giovanna, pelo companheirismo, paciência e apoio incondicional.

Aos meus avós, pelo carinho, amor e apoio.

Aos meus amigos, Ícaro Lima, Litiko Takeno, João Luiz Plácido e Mateus Ferreira, que tornaram a jornada na faculdade mais leve e tranquila. Eu não teria chegado até aqui sem vocês.

A Nathalia Barreto, pela amizade, por compartilhar as angústias do TCC e por encarar esse período comigo.

Aos meus amigos, Andrezza Albéfaro, Cauã Fortunato, Henrique Magalhães, Kaori Matsushita e Olívia Silva, pela amizade e por compreenderem minhas ausências. A vida é mais legal com vocês.

Ao Fernando Reis, minha pessoa favorita de Porto, pela amizade e pelo carinho. Eu sou muito mais feliz tendo sua amizade.

A todos que contribuíram e me apoiaram ao longo de toda a graduação.

Obrigada!

RESUMO

O dimensionamento adequado das instalações prediais de água fria em edificações desempenha um papel fundamental, não apenas na promoção do conforto e na melhoria da qualidade de vida dos ocupantes, mas também na assegação da higiene pública, na preservação dos recursos hídricos e na manutenção da integridade estrutural das construções. Para garantir uma padronização no processo de dimensionamento e execução, cada país ou conjunto de países produzem documentos normativos. Neste sentido, a legislação favorável à imigração entre os países e a quantidade de brasileiros residentes em Portugal indica a importância de qualificar a mão de obra com interesse em fazer essa mudança ou que já está no país. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo comparar as diretrizes de dimensionamento de um sistema predial de água fria, identificando as semelhanças e divergências entre as normas brasileira e portuguesa. Para isso, com base na pesquisa bibliográfica e documental, foi aplicada a análise por meio do dimensionamento do sistema predial de uma residência unifamiliar conforme as legislações brasileira e portuguesa para observar as diferenças entre os resultados, fazendo uso dos programas *Revit®* e *Excel*. Por fim, os resultados obtidos apresentaram divergências, uma vez que houve diferenças entre os diâmetros nominais adotados para as duas normas, seja por diferença nas vazões de cálculo ou pelas diferentes equações aplicadas. Logo, percebeu-se que não há um consenso absoluto entre os métodos de cálculo a empregar ou mesmo em relação aos parâmetros que devem ser garantidos para atender aos níveis de conforto dos usuários.

PALAVRAS-CHAVE: Instalações Prediais. Norma técnica. Dimensionamento. Regulamento Português. Norma brasileira.

ABSTRACT

The proper sizing of cold-water building facilities in construction plays a fundamental role in promoting comfort and improving the quality of life for occupants ensuring public hygiene, preserving water resources, and maintaining the structural integrity of buildings. To ensure standardization in the sizing and execution process, each country or group of countries produces normative documents. In this regard, favorable immigration legislation between countries and the number of Brazilians residing in Portugal highlights the importance of qualifying the workforce interested in making this transition or already in the country. Therefore, this work aimed to compare the sizing guidelines for a cold-water building system, identifying the similarities, differences, and gaps between Brazilian and Portuguese standards. To do this, based on bibliographic and documentary research, an analysis was carried out by sizing the plumbing system of a single-family residence in accordance with the standards and recommendations of each country to observe the differences between the results, using the programs Revit® and Excel. Finally, the results show discrepancies, as there were differences in the nominal diameters adopted for the two standards, either due to differences in calculation flows or the different equations applied. Therefore, it was noticed that there is no absolute consensus on the calculation methods to be used or even on the parameters that must be guaranteed to meet user comfort levels.

KEYWORDS: Building Plumbing. Technical standard. Sizing. Dimensioning. Portuguese regulation. Brazilian standard.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema da rede de distribuição de água.	16
Figura 2 – Ramal predial ou ramal de entrada predial e outros componentes.....	17
Figura 3 – Barrilete concentrado e barrilete ramificado.....	18
Figura 4 – Esquema geral de um sistema elevatório de um edifício.	19
Figura 5 – Sistema de distribuição direta.	20
Figura 6 – Alimentação direta com sobressor.	21
Figura 7 - a) Alimentação indireta com reservatório no topo do edifício e b) Alimentação indireta com reservatório na base e no topo do edifício.	21
Figura 8 - Alimentação indireta com elemento elevatório.	22
Figura 9 – Sistema misto de alimentação.	22
Figura 10 – Residência modelada em 3D.....	27
Figura 11 - Planta baixa do térreo do empreendimento.....	28
Figura 12 – Planta baixa da cobertura.	29
Figura 13 - Caudais de cálculo (Q_a) em função dos caudais acumulados (Q_{acum}) para um nível médio de conforto de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pesos relativos para peças hidráulicas.....	32
Tabela 2 - Valores de $V_{m\acute{a}x}$ e $Q_{m\acute{a}x}$ para cada DN de tubulação.....	34
Tabela 3 – Perdas de carga localizadas para conexões em PVC para o método do método equivalente.....	36
Tabela 4 - Perda de carga localizada quanto às singularidades para o método do comprimento equivalente.....	36
Tabela 5 – Caudais mínimos por dispositivo de utilização.....	39
Tabela 6 – Equações matemáticas correspondentes ao Método de Delebecque.....	41
Tabela 7 - Resumo das vazões nas tubulações da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/202 e do RGSPDADAR.....	46
Tabela 8 - Resumo dos DN da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/202 e do RGSPDADAR.....	47
Tabela 9 – Diâmetros especificado pelo fabricante Tigre.....	49
Tabela 10 – Dimensões das tubulações de PVC disponíveis em Pedroso (2016).....	49
Tabela 11 – DN e Di das tubulações de PVC disponíveis em Pedroso (2016).....	50
Tabela 12 – Diâmetros das tubulações de PVC da Sanitop.....	50
Tabela 13 - Resumo das velocidades nas tubulações da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/202 e do RGSPDADAR.....	51
Tabela 14 - Resumo das perdas de carga nas tubulações da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/202 e do RGSPDADAR.....	53

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 Geral	13
2.2 Específicos	13
3 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3.1 Contexto histórico dos sistemas de distribuição de abastecimento	14
3.2 Sistemas prediais de água fria	15
3.3 Componentes do sistema predial de água fria	15
3.4 Classificação dos sistemas de alimentação	19
3.5 Legislação brasileira	23
3.6 Legislação europeia	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Caracterização da pesquisa	26
4.2 Caracterização do estudo de caso	26
4.3 Procedimentos metodológicos	30
4.3.1 Aspectos normativos no Brasil	30
4.3.2 Aspectos normativos de Portugal	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1 Nomenclaturas normativas	43
5.2 Dimensionamento técnico do estudo de caso	44
6 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A	60
APÊNDICE B	68
APÊNDICE C	70

1 INTRODUÇÃO

Segundo a NBR 5626 (2020), considera-se água fria toda água potável à temperatura do ambiente. O sistema predial de água fria, por sua vez, consiste em um conjunto de tubos, reservatórios, peças de utilização, equipamentos e outros componentes destinados a conduzir água fria da fonte de abastecimento aos pontos de utilização, mantendo o padrão de potabilidade.

Quando projetado e mantido corretamente, a existência desse sistema garante, de forma segura, o atendimento das necessidades básicas de higiene, consumo e utilização em várias atividades realizadas pelos ocupantes de uma edificação. Consequentemente, contribui para a preservação da saúde pública (evita a propagação de doenças transmitidas pela água) e proporciona conforto e bem-estar aos usuários. Exemplos comuns de uso incluem tomar banho, lavar as mãos, cozinhar e limpar.

Adicionalmente, um sistema predial de água fria eficiente colabora para a conservação de recursos hídricos e para a redução do consumo de água. Por meio de boas práticas de projeto e utilização de dispositivos econômicos, como torneiras e chuveiros de baixo consumo, é possível minimizar o desperdício de água e promover a sustentabilidade.

Para garantir um bom projeto e boas práticas de manutenção, cada país estabelece suas próprias normas e recomendações devido a diversos fatores. As condições climáticas e geográficas variam de um país para outro, o que pode influenciar as necessidades de dimensionamento e projeto do sistema predial de água fria e países com climas mais frios podem ter requisitos específicos para evitar congelamento das tubulações, por exemplo.

A disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos também podem variar entre os países. Algumas regiões enfrentam escassez de água enquanto outras possuem grandes reservas hídricas. Os hábitos culturais também são fatores que interferem no momento do dimensionamento, assim como os hábitos e tradições construtivas. As técnicas de construção, materiais utilizados e métodos de instalação podem variar, o que pode levar a abordagens diferentes para o sistema predial de água fria.

Por último, outro aspecto que pode contribuir para a divergência entre as normas e recomendações de cada país são as experiências passadas. Eventos relacionados à qualidade da água ou incidentes específicos podem levar à criação, ou atualização de normas para evitar problemas semelhantes no futuro.

Considerando o Termo de Reciprocidade (CONFEA, 2019) entre Brasil e Portugal firmado entre o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia do Brasil (CONFEA/BR) e a Ordem dos Engenheiros de Portugal desde 29 de setembro de 2015, o qual prevê, conforme os Artigos 1º e 2º, a admissão de profissionais engenheiros registrados no sistema CONFEA/CREA na Ordem dos Engenheiros de Portugal, garantindo o livre exercício da atividade profissional em Portugal. Assim como, a facilidade de imigração em virtude da similaridade da língua, o Tratado de Amizade, Cooperação e Consulta entre a República Federativa do Brasil e a República Portuguesa (Brasil, 2001), que permite a concessão de autorização de residência de um ano a imigrantes dos países da CPLP (Comunidade dos Países de Língua Portuguesa), do qual o Brasil faz parte, e a legislação nacional favorável à imigração, que possibilita a regularização de quem chega como turista, mas decide viver e trabalhar em Portugal.

Nesse contexto, entende-se que a compreensão das semelhanças e diferenças entre as normas e parâmetros de dimensionamento do sistema de água fria de cada país é importante para qualificar melhor a mão de obra com interesse em fazer essa mudança.

Portanto, neste trabalho foi realizada análise comparativa entre as normas brasileiras e portuguesas que abordam as diretrizes de dimensionamento de sistemas prediais de água fria, assim como desenvolvido um estudo de caso que inclui um projeto arquitetônico e um dimensionamento do sistema predial de uma residência segundo as normas e recomendações de cada país para observar as diferenças entre os resultados.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Realizar análise comparativa dos critérios e parâmetros de projeto de um sistema predial de água fria com base nas normas brasileiras e portuguesas.

2.2 Específicos

- Dimensionar um sistema predial de água fria para uma residência unifamiliar considerando os critérios, requisitos e parâmetros das normas brasileiras e portuguesas;
- Analisar as semelhanças e as divergências entre critérios e parâmetros de projeto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Contexto histórico dos sistemas de distribuição de abastecimento

A construção de sistemas de distribuição de abastecimento de água prediais surge da necessidade de garantir o abastecimento de água potável para consumo doméstico proveniente da rede pública, mantendo um padrão de conforto e qualidade alinhado com as diversas finalidades planejadas (como consumo humano, higiene e irrigação) e prevenir a propagação de doenças.

De acordo com Landi (1993), os conhecimentos sobre instalações prediais na Antiguidade são obtidos através da arqueologia. Há registros de um sistema de instalações de 3000 a 6000 anos atrás na Índia; foram encontrados tubos de cobre para a condução e retirada da água de banheiros no palácio do Faraó, no Egito e observaram-se resto de tubulações de cerâmica e piscinas com estimativa de idade para 4500 a.C. nas escavações da cidade de Kish, próximo ao rio Eufrates.

Além desses existem diversos outros exemplos que evidenciam a presença, em algum nível, desses sistemas. Um dos mais famosos, entretanto, são os aquedutos romanos. Foram construídos 11 grandes aquedutos, totalizando 613 km, sendo o mais extenso com comprimento total de 90 km. Estima-se que a cidade de Roma era abastecida com 1300 litros por habitante por dia, o que equivale a cinco vezes mais do que a média moderna, evidenciando os conhecimentos avançados por parte dos povos da Antiguidade nesse campo de estudo.

No Brasil, durante o período colonial, a necessidade de água para a instalação dos engenhos de moagem da cana de açúcar fez surgir os primeiros aquedutos rurais e as plantações de café exigiam a instalação de canalizações de água para a lavagem dos grãos (Xavier, 2010).

Em termos de estrutura de maior porte, em 1723, a riqueza proveniente da extração do ouro em Minas Gerais permitiu a construção do primeiro aqueduto brasileiro, denominado Arcos Novos ou Aqueduto Carioca, cuja água captada era proveniente do Rio Carioca. A água do aqueduto, que foi inaugurado em 1750, era distribuída por chafarizes públicos, onde os escravos a recolhiam e a depositavam em potes para levar em cima da cabeça até as casas. A estrutura, em pedra de argamassa, apresentava, originalmente, 270 metros de extensão por 64

metros de altura. O Aqueduto Carioca tem 13 km de extensão e atualmente é conhecido como “Arcos da Lapa”, importante ponto turístico da cidade (Xavier, 2010).

Com a chegada da Família Imperial ao Rio de Janeiro, em 1808, várias transformações urbanísticas começaram a ocorrer na cidade e, conseqüentemente, o modelo se espalhou pelas demais cidades do Brasil (Xavier, 2010).

Quanto à Portugal, uma das obras mais importantes foi o aqueduto das Águas Livres, que supria as necessidades de abastecimento da população de Lisboa com 8 litros por habitante por dia. Possuía uma extensão de aproximadamente 19 km e conduzia por gravidade a água captada no Olival do Santíssimo até à Casa das Águas (destino). Ao longo do tempo foram sendo acrescentados ao aqueduto novos ramais e galerias de distribuição (Matos, 2003; Ferreira, 1981).

Em meados do século XIX, devido à escassez de água e ao crescimento populacional, obrigou-se a construção de redes de abastecimento complexas com operações de captação, elevação, transporte e distribuição domiciliar de água (Silva, 2015).

3.2 Sistemas prediais de água fria

O propósito dos sistemas de distribuição de água em edifícios é assegurar o fornecimento de água potável de maneira segura, com qualidade e conforto, nos pontos de utilização necessários. Nas áreas urbanas, esses sistemas geralmente estão interligados às redes públicas de distribuição de água potável. Em algumas situações, o abastecimento pode ocorrer por meio de captação direta em poços, sendo necessário garantir a potabilidade de acordo com as normas locais aplicáveis (Macintyre, 2017).

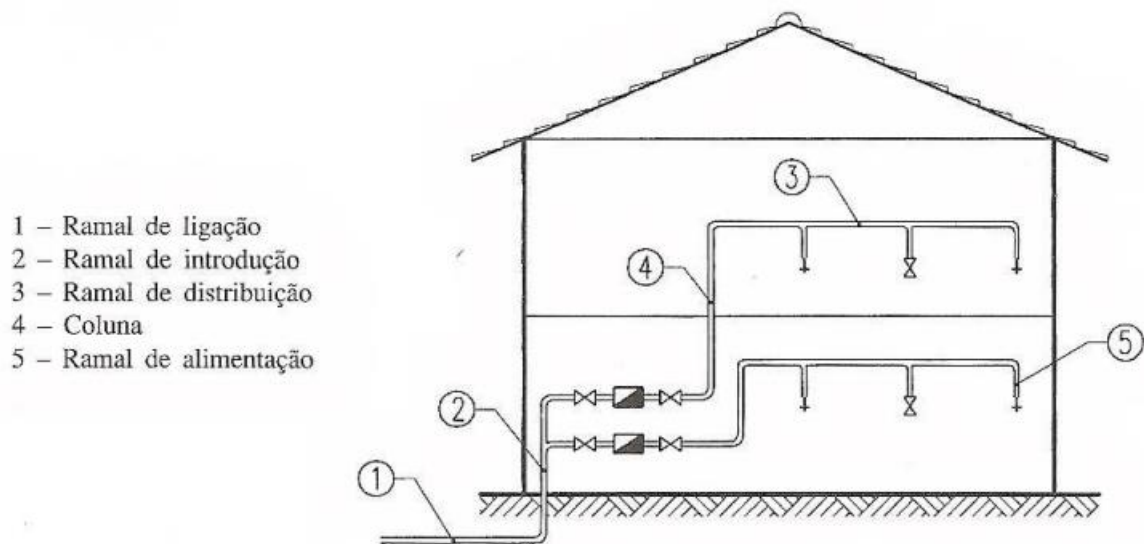
3.3 Componentes do sistema predial de água fria

Os sistemas de distribuição predial de água fria são constituídos por tubulações, reservatórios, equipamentos e outros elementos necessários ao abastecimento de água numa edificação, em quantidade e qualidade suficientes (NBR 5626, 2020).

Na figura 1, apresentam-se os diferentes ramais de ligação das redes, de acordo com a nomenclatura portuguesa. O ramal de ligação é a tubulação compreendida entre a rede de abastecimento público e a propriedade a abastecer. O ramal de introdução é a tubulação compreendida entre o limite da propriedade a ser servida e os ramais de introdução

individuais de cada piso. O ramal de distribuição é a tubulação que abastece os ramais de alimentação. A coluna é a tubulação vertical que deriva do ramal de introdução ou de ligação. Por fim, o ramal de alimentação é a tubulação destinada a alimentar os dispositivos de utilização domiciliária instalados nos pisos (Pedroso, 2016).

Figura 1 – Esquema da rede de distribuição de água.

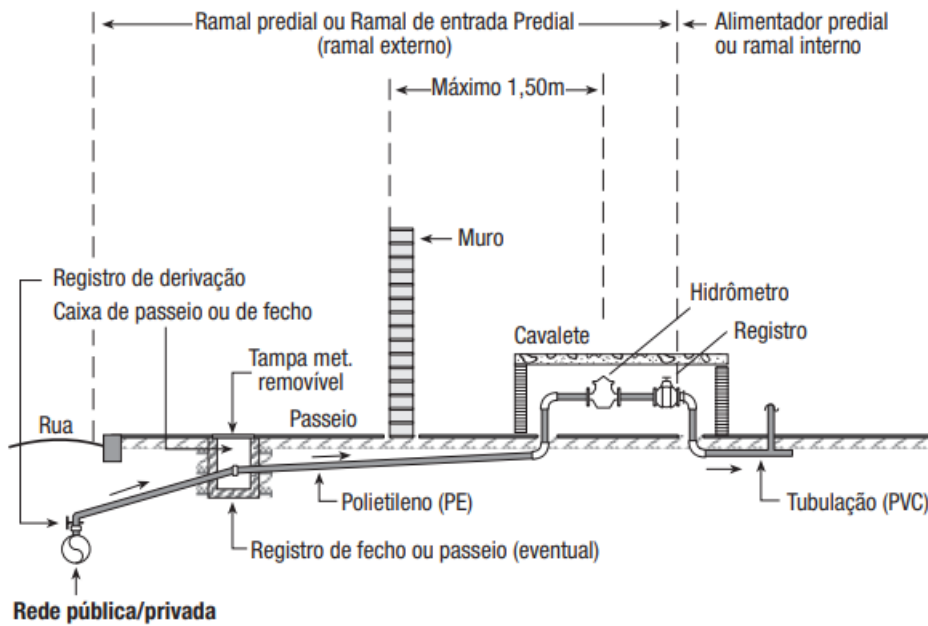


Fonte: Pedroso (2016).

Além dos elementos na figura 1, fazem parte dos sistemas prediais de água fria, dependendo do tipo de sistema adotado, reservatórios e sistema de bombas.

De acordo com a nomenclatura brasileira, tem-se inicialmente o ramal predial, o qual corresponde ao trecho executado pela concessionária pública ou privada, ligando a rede até a instalação predial (Carvalho Júnior, 2020), conforme figura 2.

Figura 2 – Ramal predial ou ramal de entrada predial e outros componentes.



Fonte: Botelho; Ribeiro Jr. (2010).

Em seguida, tem-se o alimentador predial ou ramal interno, também representado na figura 2, que é o trecho compreendido do final do ramal predial até a primeira derivação (Creder, 2006). O alimentador predial pode ser enterrado, aparente ou embutido. Caso esteja enterrado, deve ser afastado de fontes poluidoras e havendo lençol freático próximo, deve localizar-se em cota superior ao mesmo (Botelho; Ribeiro Jr., 2010).

Os reservatórios também são parte integrante dos sistemas prediais de água fria dependendo do sistema de alimentação. O reservatório e seus equipamentos devem ser localizados de modo adequado em função de suas características funcionais: espaço, iluminação, ventilação, proteção sanitária, operação e manutenção. Estas características são essenciais para a garantia da qualidade do sistema, tendo em vista que os reservatórios são focos potenciais de problemas de potabilidade da água. Deve-se atentar também para a colocação deles em locais com estrutura suficientemente dimensionada para suporte (Botelho; Ribeiro Jr., 2010).

No reservatório tem-se alguns elementos complementares, sendo eles:

- Extravasor: tubulação destinada a escoar excessos de água do reservatório, evitando o transbordamento;
- Dispositivo de controle de nível: torneira de boia ou automático de boia;
- Tomada de água (saída): tubulação de saída de água do reservatório;

- Tubulação de limpeza: tubulação para limpeza periódica e para total esvaziamento em caso de manutenção.

Ainda em relação ao reservatório, o conjunto de tubulações de saída do reservatório superior e do qual derivam as colunas de distribuição denomina-se mais comumente de barrilete (Creder, 2006). Existem dois tipos de barriletes: o concentrado e o ramificado, conforme figura 3.

Figura 3 – Barrilete concentrado e barrilete ramificado.

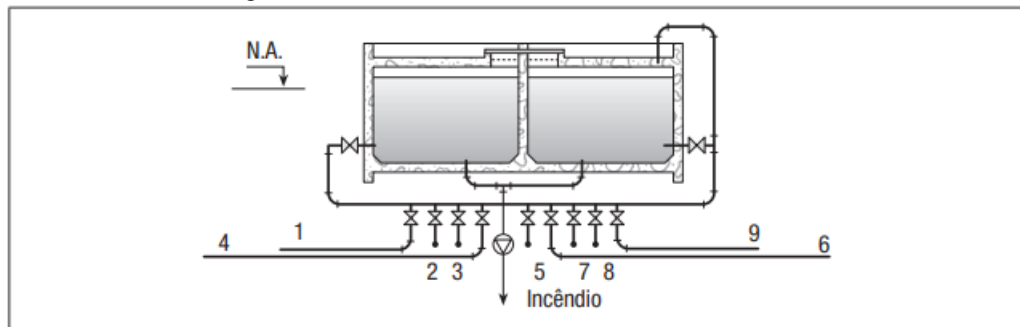


FIGURA 1.20 Barrilete concentrado.

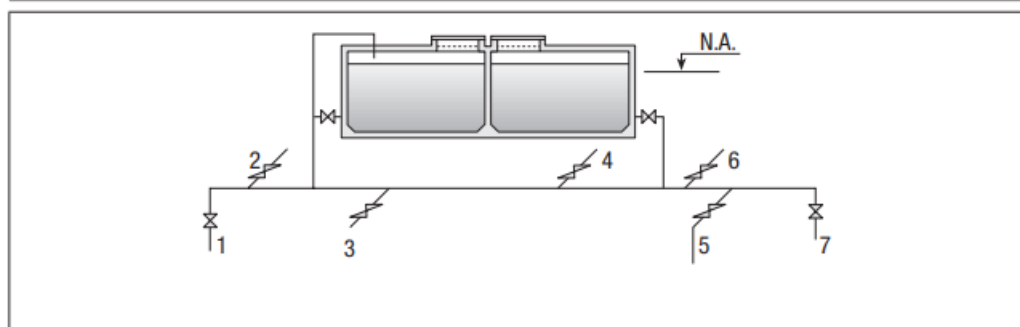


FIGURA 1.21 Barrilete ramificado.

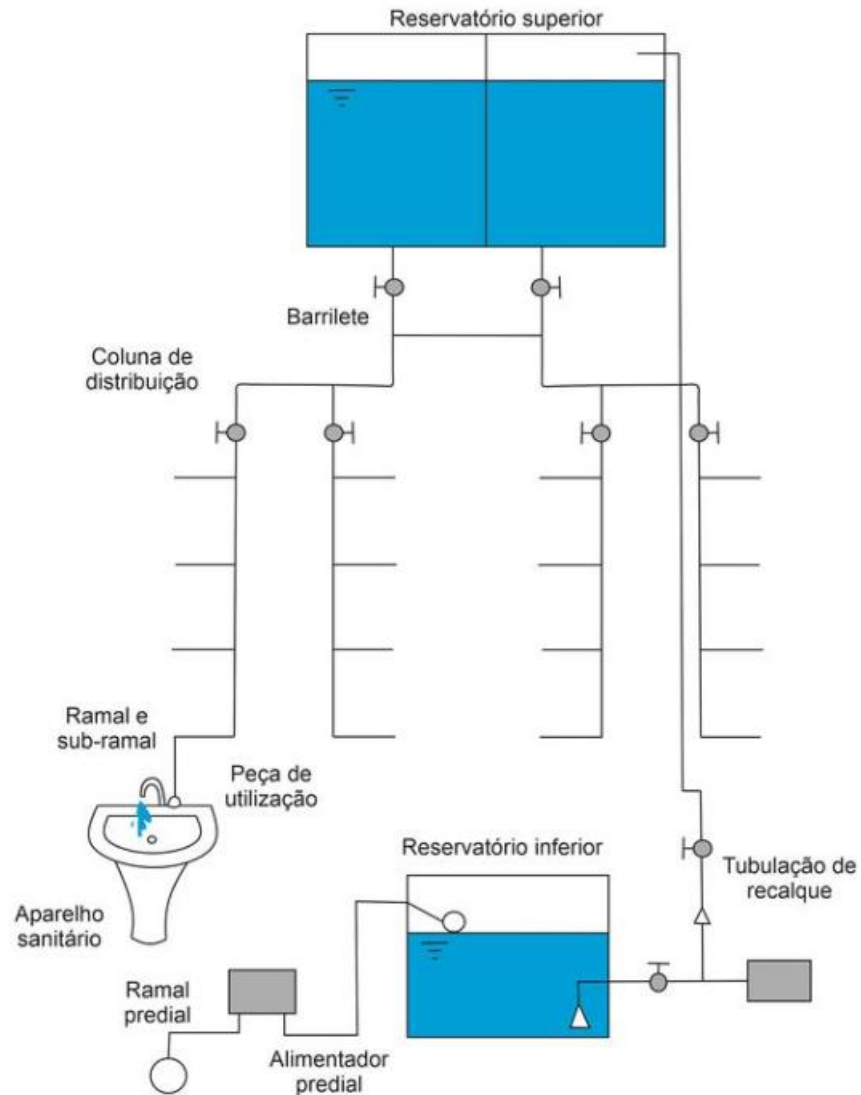
Fonte: Botelho e Ribeiro Jr. (2010).

Partindo do barrilete, têm-se as tubulações verticais que alimentam os ramais, essas são chamadas de colunas de distribuição (Creder, 2006). Cada coluna deverá conter um registro de fechamento, posicionado a montante do primeiro ramal (Botelho; Ribeiro Jr., 2010).

Em seguida, têm-se os ramais e sub-ramais. Ramais são as tubulações derivadas das colunas de distribuição e destinadas a alimentar os sub-ramais, os quais ligam os ramais aos pontos de utilização e aos aparelhos sanitários (NBR 5626, 2020).

As peças de utilização são aquelas destinadas a utilização de água, como as torneiras e chuveiros. Os aparelhos sanitários são aqueles cujos fins são higiênicos ou para receber dejetos e/ou águas servidas, como as bacias sanitárias e bidês (Creder, 2006). Na figura 4 é possível verificar um esquema geral dos componentes acima explicados.

Figura 4 – Esquema geral de um sistema elevatório de um edifício.

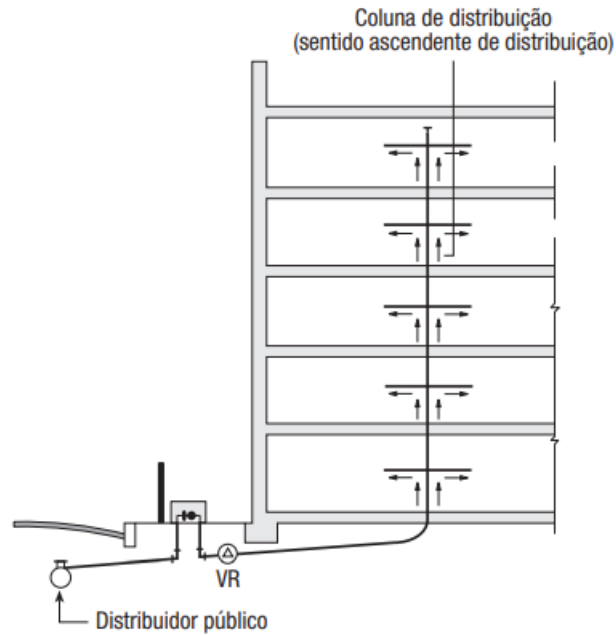


Fonte: Zerbinatti (2023).

3.4 Classificação dos sistemas de alimentação

Os sistemas de abastecimento podem ser diretos, indiretos ou mistos. Os diretos são aqueles cuja alimentação dos dispositivos de utilização é feito diretamente pela rede pública, conforme figura 5. Eles são adotados quando ela garante os níveis de pressão e vazão regulamentados e as condições de segurança e conforto previstas em projeto (Carvalho Júnior, 2020).

Figura 5 – Sistema de distribuição direta.

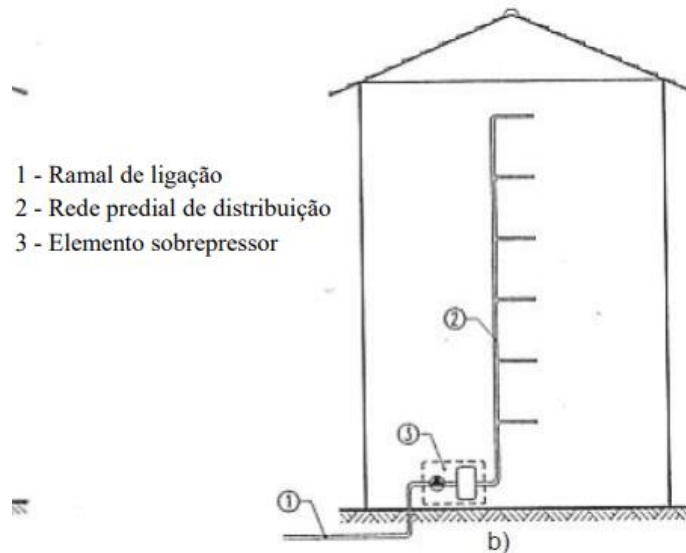


Fonte: Botelho; Ribeiro Jr. (2010).

Esta alimentação pode ainda, caso as condições de pressão não sejam satisfatórias, ser munida de um elemento sobrepessor, conforme a figura 6. Ele é mais econômico, entretanto, em caso de falha no fornecimento, variações de pressão ou vazão na rede pública, o abastecimento predial fica sujeito a esses efeitos (Pedroso, 2016).

Já os indiretos são aqueles que contam com reservatórios e/ou bombas. Ele é utilizado quando não é possível implementar um sistema direto capaz de satisfazer as necessidades de abastecimento diárias. Caso a pressão na rede pública, em certos períodos do dia, possibilite a reposição da reserva diária de água necessária, opta-se por um sistema dotado de um reservatório elevado que garanta esse armazenamento. Se estas condições não se verificarem, é necessário instalar um sistema elevatório com um reservatório inferior e bombeamento (Creder, 2006).

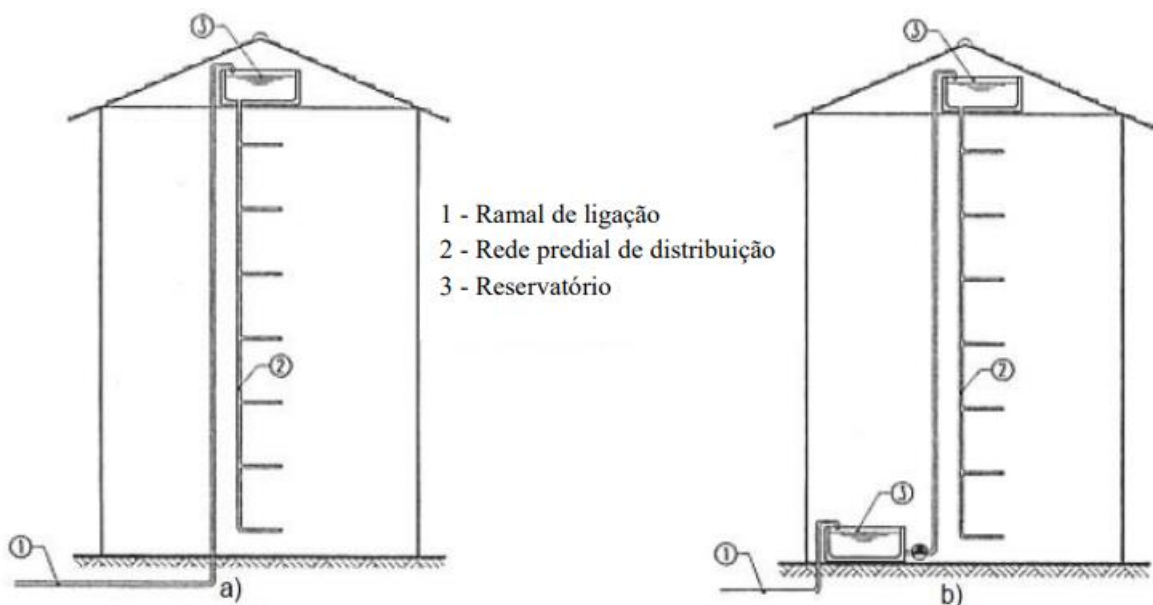
Figura 6 – Alimentação direta com sobrepessor.



Fonte: Pedroso (2016).

O reservatório pode estar situado na parte mais alta do edifício e fazer a distribuição de água por ação da gravidade (figura 7a), pode encontrar-se na base do edifício cuja distribuição é realizada através do recurso a um sistema elevatório (figura 8) ou então poderá possuir 2 reservatórios, um na base e outro na parte mais elevada do edifício, sendo que o da base alimenta o do topo a partir de uma bomba e este alimenta o edifício por ação da gravidade (figura 7b) (Pedroso, 2016).

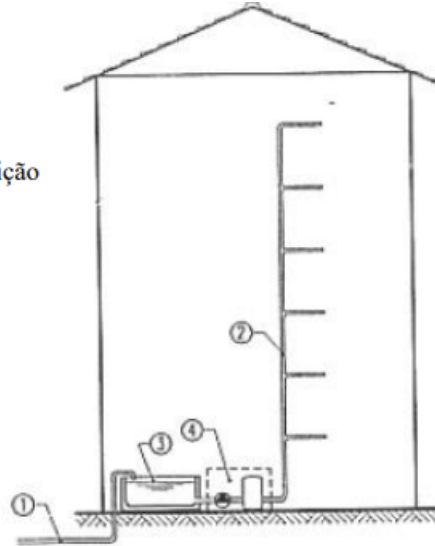
Figura 7 - a) Alimentação indireta com reservatório no topo do edifício e b) Alimentação indireta com reservatório na base e no topo do edifício.



Fonte: Pedroso (2016).

Figura 8 - Alimentação indireta com elemento elevatório.

- 1 - Ramal de ligação
- 2 - Rede predial de distribuição
- 3 - Reservatório
- 4 - Sistema elevatório

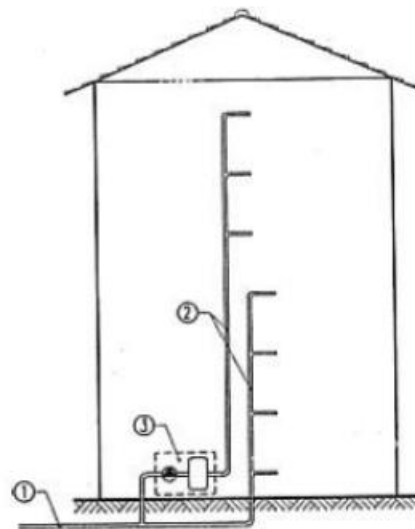


Fonte: Pedroso (2016).

Por último, os mistos são aqueles que combinam as duas soluções anteriores, geralmente o indireto por gravidade em conjunto com o direto. Em um edifício, por exemplo, pode ocorrer abastecimento direto aos primeiros andares e bombeamento de água aos restantes, conforme a figura 9 (Pedroso, 2016).

Figura 9 – Sistema misto de alimentação.

- 1 - Ramal de ligação
- 2 - Rede predial de distribuição
- 3 - Sistema elevatório



Fonte: Pedroso (2016).

3.5 Legislação brasileira

No Brasil, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é a entidade responsável pela normalização técnica no país. No âmbito deste trabalho, a NBR 5626/2020, intitulada “Sistemas prediais de água fria e água quente – projeto, execução, operação e manutenção” é o principal instrumento utilizado.

Como o próprio nome sugere, essa norma apresenta as definições de cada componente do sistema, além de fornecer os critérios para dimensionamento, execução e manutenção. Junto a isso, apesar da versão atualizada, algumas recomendações da versão de 1998 ainda são levadas em consideração por projetistas e técnicos, conforme indicado por Lemos (2021).

Dentre as principais diretrizes para o dimensionamento tem-se:

- O volume de água reservado em reservatórios de água fria deve atender no mínimo 24h de consumo normal no edifício;
- A pressão dinâmica da água no ponto de utilização não pode ser inferior a 10 kPa;
- Em qualquer ponto do sistema de distribuição, a pressão dinâmica da água não pode ser inferior a 5 kPa (excetuados os trechos verticais de tomada d'água nas saídas de reservatórios elevados para os respectivos barriletes em sistemas indiretos);
- A pressão estática nos pontos de utilização não pode superar 400 kPa (40 m.c.a.);
- Sobrepressões, em relação à pressão dinâmica prevista em projeto, são admitidas desde que não superem 200 kPa (20 m.c.a.).

De forma geral, a norma também indica diversos elementos que devem ser consultados em outras fontes, como as pressões mínimas e máximas provenientes da rede pública de abastecimento de água que devem ser consultadas ou informadas pela concessionária e, também, apoia-se em outras normas para abordar todos os aspectos envolvidos nesse sistema, as quais são devidamente identificadas.

3.6 Legislação europeia

Em Portugal, existem diversas normas e regulamentos utilizados para regular os projetos de dimensionamento das instalações prediais de abastecimento. Um deles é o Decreto Regulamentar n.º 23/95 (D.R. 23/95), publicado em 23 de agosto 1995, que aprovou o “Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de

Drenagem de Águas Residuais" (RGSPDADAR), com o objetivo de definir os princípios gerais de concepção, construção e exploração deste tipo de sistema.

O RGSPDADAR publicado há quase 30 anos, é uma referência para projetistas, gestores e donos de obra permitindo a padronização de diversas práticas no setor, aspecto que pode ser considerado como positivo (Ferreira, 2016).

O RGSPDADAR é constituído por 311 artigos, divididos por 7 títulos e por 23 anexos, sendo os títulos e os respetivos artigos os seguintes:

- Título I e II: Disposições gerais (Regulamento menciona o objetivo e âmbito de aplicação, expõe uma simbologia e unidades, fala da concepção dos sistemas e dos elementos de base para o seu dimensionamento);
- Título III: Sistemas de distribuição predial de água;
- Título IV: Sistemas de drenagem pública de águas residuais;
- Título V: Sistemas de drenagem predial de águas residuais;
- Título VI: Estabelecimento e exploração de sistemas públicos;
- Título VII: Estabelecimento e exploração de sistemas prediais.

Ele trata-se de um conjunto de especificações legais destinadas a garantir condições mínimas de segurança e operacionalidade dos sistemas de distribuição de águas e de drenagem de águas residuais, mas contém, também, muitas recomendações gerais, de caráter não obrigatório, para apoio aos profissionais.

Nesse documento, as principais recomendações estabelecidas são as seguintes:

- As vazões mínimas a serem asseguradas nos dispositivos de utilização;
- As pressões de serviço nos dispositivos de utilização domiciliária (entre 50 e 600 kPa);
- As velocidades de escoamento nas tubagens e acessórios (entre 0,5 e 2 m/s);
- A inclinação das tubulações horizontais deve ser de 0,5%;
- A pressão mínima a assegurar de 5 m.c.a.

Além dessa, por estar inserido na União Europeia, o país é regido também pelas Normas Europeias (EN). As EN são preparadas pelo Comitê Europeu de Normalização (CEN), com a participação de peritos de dezenove países membros, pertencentes à União Europeia (UE) e à Associação Europeia do Comércio Livre (EFTA).

Do conjunto de EN existente as normas relevantes para os sistemas de abastecimento de água são as seguintes:

- EN 805:2000 - *Water supply - Requirements for systems and components outside buildings* (Abastecimento de Água - Requisitos para Sistemas e Componentes Públicos);

- EN 806:2006 - *Specifications for installations inside buildings conveying water for human* (Especificações Técnicas relativas às Instalações de Água para Consumo Humano no Interior de Edifícios);

- EN 1508:1999 - *Water supply - Requirements for systems and components for the storage of water* (Abastecimento de Água - Requisitos para Sistemas e Componentes de Armazenamento de Água).

Dentre estas, as EN 806 é uma das principais. Ela foi criada com o intuito de uniformizar e simplificar o processo de cálculo nos países da União Europeia e utiliza o método baseado em unidades de carga (*LU Loading Units*). Ela explica os termos técnicos hidráulicos, símbolos e unidades e depois procede à explicação do método de dimensionamento proposto.

Ela é constituída por 5 partes:

- 1) Generalidades;
- 2) Conceção;
- 3) Dimensionamento;
- 4) Instalação;
- 5) Exploração e manutenção.

As principais características hidráulicas impostas por essa Norma, referente ao dimensionamento são as seguintes (Sá, 2012):

- Pressão estática máxima no ponto de consumo de 500kPa (5 bar);
- Pressão dinâmica mínima no ponto de consumo: 100kPa (1 bar);
- Velocidades máximas de escoamento em prumadas e ramais principais de 2m/s e em sub-ramais de 4m/s;
- Em nenhum ponto de consumo o escoamento contínuo deve ter duração superior a 15 min.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da pesquisa

O fazer científico exige, ao definir um objeto de estudo, sua organização por meio da utilização de métodos e técnicas de investigação, envolvendo diversas etapas como afirma Gil (2008).

Embora não haja um consenso entre autores sobre a classificação da pesquisa, Marconi e Lakatos (2017) destacam que os critérios para a classificação dos tipos de pesquisa variam conforme o enfoque dado pelo autor. A divisão obedece a interesses, condições metodologias, situações, objetivos, objetos de estudo etc.

Neste sentido, buscando inferir sobre as diferenças nas normas técnicas, brasileira e portuguesa, aplicáveis ao projeto de sistema predial de água fria, a pesquisa classificou-se como exploratória de natureza aplicada ao comparar elementos orientativos e técnicos de dimensionamento. A abordagem foi quali-quantitativa, pois a coleta de dados quantitativos obtidos no dimensionamento subsidiou análise quanti e qualitativas dos critérios e parâmetros normativos (Pereira et al., 2018, Severino, 2016). Importante destacar que Yin (2015) considera que os métodos qualitativos e quantitativos não se excluem e podem ser importantes se complementando e permitindo um melhor entendimento dos fenômenos em estudo.

4.2 Caracterização do estudo de caso

A residência a ser estudada trata-se de uma residência unifamiliar, destinada à moradia de quatro pessoas, sendo dois adultos e dois adolescentes. Possui um pavimento e área de 121 m², composta por duas suítes, uma cozinha, uma área gourmet, uma sala de estar/jantar, uma área de serviço, um depósito e uma área externa com jardim, conforme figura 11, com as medidas indicadas em metros. Vale destacar que a planta foi disponibilizada pela Consultoria Júnior de Engenharia Civil (CJEC), não sendo possível rastrear a autoria do projetista.

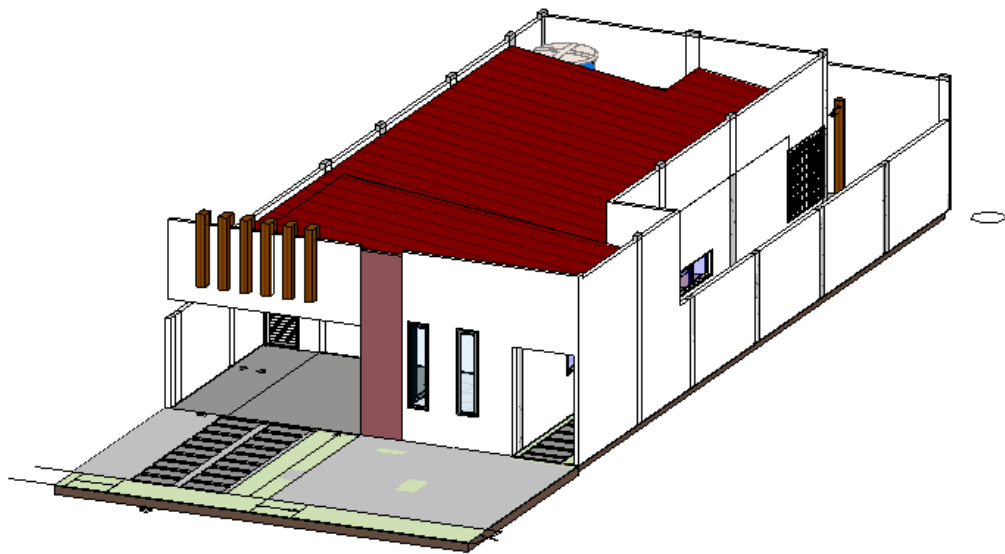
As suítes são idênticas e contam com um chuveiro, uma ducha higiênica, um vaso sanitário e um lavatório cada uma. A área gourmet e a cozinha inclui duas pias cada. A área de serviço, duas máquinas de lavar e um tanque. A área externa, com um chuveiro. O sistema pode ser observado no Apêndice C.

Em relação à localização, considerou-se que as residências ficam localizadas dentro de condomínios que possuem reservatórios próprios, portanto, distribuem pressão adequada diretamente na rede de distribuição para os condôminos. Sendo assim, o abastecimento é do tipo indireto, sem sistema de bombas, ou seja, a rede de abastecimento abastece o reservatório elevado localizado na cobertura da residência, conforme figura 12. Quanto à modelagem 3D, a residência será de acordo com a figura 10.

No caso do Brasil, considera-se que a residência está localizada em uma capital, que tem médio ou grande porte, como Manaus. E de Portugal, como Porto ou Lisboa.

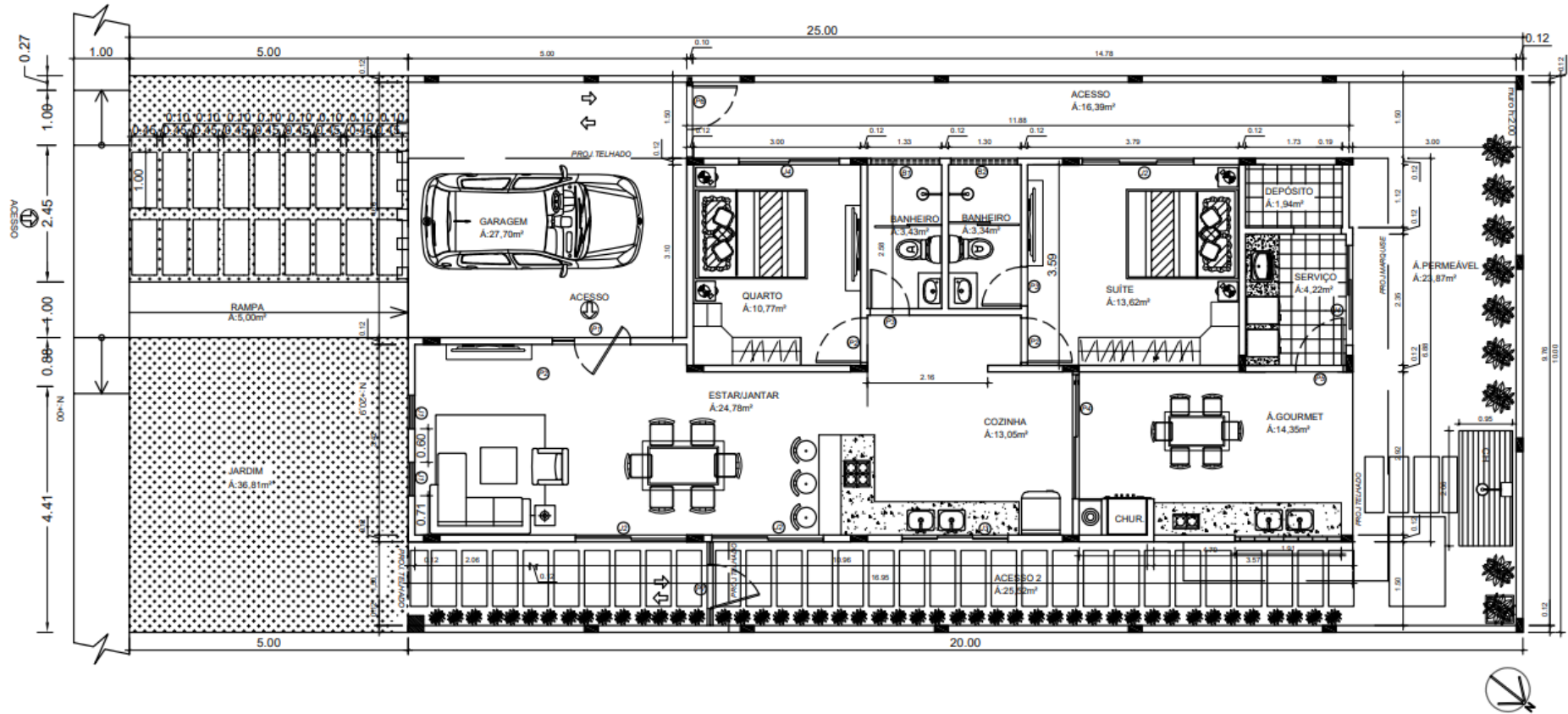
Por fim, optou-se por desenvolver para análise deste trabalho apenas o dimensionamento do reservatório e da rede de abastecimento aos aparelhos internos da edificação e ao chuveiro da área externa.

Figura 10 – Residência modelada em 3D.



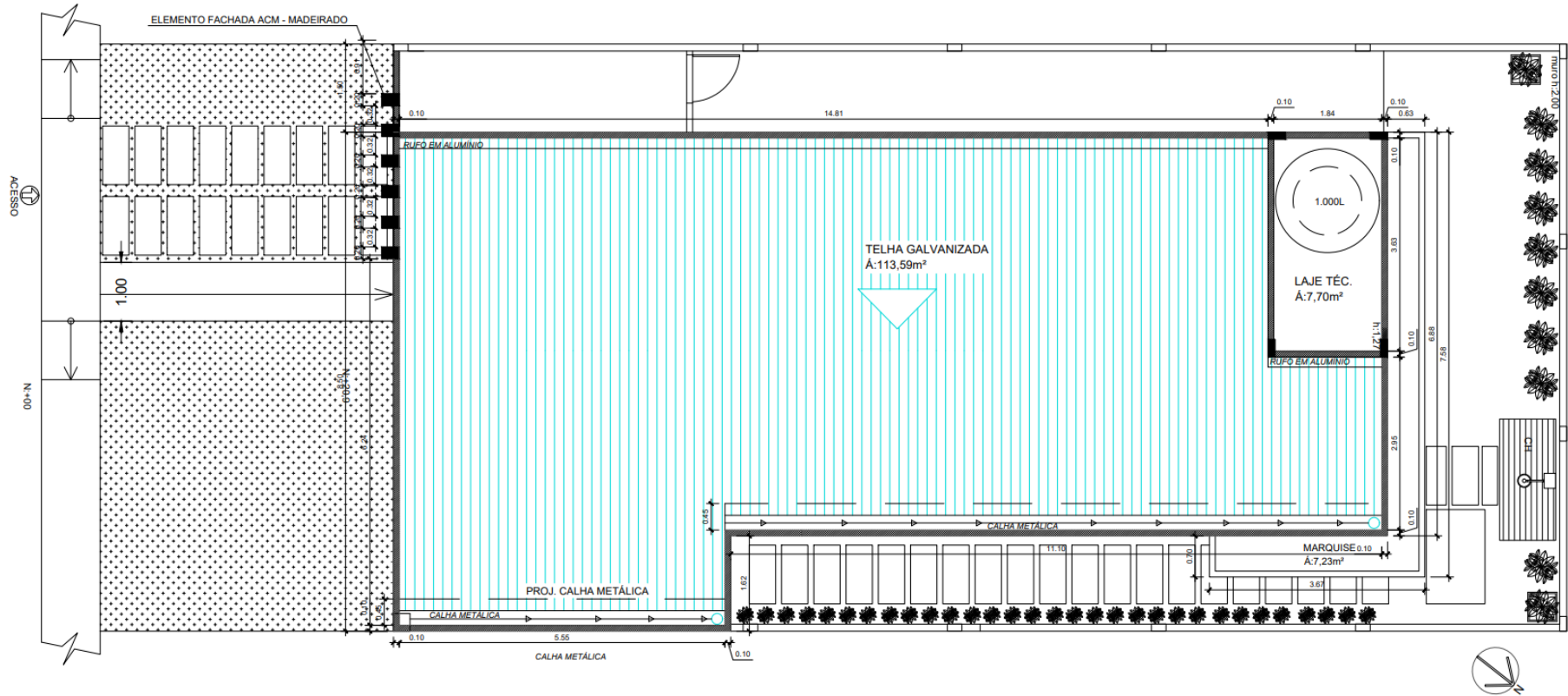
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 11 - Planta baixa do térreo do empreendimento.



Fonte: Acervo da CJEC, 2022.

Figura 12 – Planta baixa da cobertura.



Fonte: Acervo da CJEC, 2022.

4.3 Procedimentos metodológicos

O presente trabalho teve como foco a análise comparativa do dimensionamento de sistemas prediais de água fria segundo às normas portuguesas e brasileiras. Para isso, foi feita a leitura de teses e dissertações e das normas e regulamentos correspondentes de cada país.

Em seguida, foi realizada a modelagem da arquitetura disponibilizada em planta, cortes e vista no software *Revit*®. Esse programa permite modelar formas, estruturas e sistemas em 3D com exatidão, precisão e facilidades paramétricas, assim como, simplificar o gerenciamento de projetos com revisões instantâneas em plantas, elevações, tabelas, cortes e folhas (Autodesk, 2023).

Com a modelagem pronta dedicou-se então à modelagem da rede do sistema predial de água fria, de forma preliminar, também no *Revit*®. Quando concluída, realizou-se o dimensionamento para cada norma com o auxílio de planilhas do *Excel* e tendo-se os valores resultantes foram feitos os ajustes dos diâmetros das tubulações previamente modeladas no *Revit*®. Estando tudo alinhado, prosseguiu-se então para a análise dos resultados, relacionando as variáveis que demonstraram divergência entre si em relação as normas de base.

4.3.1 Aspectos normativos no Brasil

- Consumo predial

O primeiro passo consistiu em determinar o consumo predial. Esse parâmetro é um valor aproximado da água fria que será consumida pelos moradores ao longo de, no mínimo, um dia. Esse cálculo é baseado em fatores como: pressão e vazão nos pontos de utilização, número de aparelhos e sua respectiva frequência de uso, total de usuários e capacidade financeira deles, clima local, dentre outros. Assim, como método de determinação, adotou-se a equação 1 (Carvalho Júnior, 2020):

$$Cd = P \cdot q \quad (1)$$

Onde: Cd = consumo diário (L/dia); P = população total da edificação; q = consumo per capita (L/dia).

De acordo com o Atlas Águas Abastecimento Urbano (ANA, 2021), o consumo per capita no Brasil equivale a 150,7 l/dia.

- Reservatório superior

Quanto aos reservatórios, Botelho (2010) define uma relação entre a reservação total (R_t) e o consumo diário (C_d), recomendando $C_d < R_T < 3C_d$.

A NBR 5626/2020 prevê que o volume total de água reservado deve atender no mínimo 24 h de consumo normal no edifício e deve considerar eventual volume adicional de água para combate a incêndio quando este estiver armazenado conjuntamente, sem especificar uma quantidade, entretanto, recomenda que na impossibilidade de determinar o volume máximo permissível, limita-se o volume total ao valor que corresponda a três dias de consumo diário ou prever meios que assegurem a preservação das características da água potável.

Carvalho Júnior (2020) mostra que essa parcela destinada a combater incêndio é usualmente somada ao RS com o volume previsto em projeto. Esse volume pode ser considerado como sendo de 15 a 20% do C_d (Creder, 2006).

- Vazões nas tubulações

O método de cálculo mais econômico é chamado de consumo máximo provável, o qual leva em consideração a probabilidade de que nem todos os aparelhos hidráulicos funcionem simultaneamente, dessa forma, há uma diversificação que representa economia no dimensionamento das canalizações (Creder, 2006). A NBR 5626/2020 não faz referência a um método específico a ser utilizado, ela concede aos projetistas a flexibilidade de escolher o método com a única condição de atender aos critérios estabelecidos de velocidade e pressão. Nesse contexto, optou-se por adotar este método para o dimensionamento neste estudo em virtude do aspecto econômico e da indicação na NBR 5626/1998.

Nesse método são atribuídos “pesos” relativos estabelecidos de forma empírica em função da vazão de projeto de cada ponto de utilização. A equação 2 calcula a vazão na tubulação, considerando a quantidade de peças e seus respectivos tipos, além do coeficiente de descarga.

$$Q = C \cdot \sqrt{(\sum P)} \quad (2)$$

Onde: Q = vazão estimada no trecho considerado, em L/s; C = coeficiente de descarga igual a 0,3 L/s; $\sum P$ = somatório dos pesos das peças de utilização a jusante do trecho considerado.

A NBR 5626/2020 não apresenta mais a relação de vazões de projeto mínimas e pesos relativos para cada aparelho sanitário a serem utilizadas no dimensionamento da rede. Recomenda-se que essa informação seja obtida junto ao fabricante de cada aparelho. Entretanto, os valores apresentados na versão anterior da norma continuam sendo amplamente usados por projetistas, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Pesos relativos para peças hidráulicas.

APARELHO SANITÁRIO	PEÇA DE UTILIZAÇÃO	VAZÃO DE PROJETO (L/s)	PESO RELATIVO
Vaso sanitário	Caixa de descarga ou acoplada	0,15	0,30
	Válvula de descarga	1,70	32,00
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,00
Bebedouro	Registro de Pressão	0,10	0,10
Bidê	Misturador	0,10	0,10
Chuveiro ou ducha	Misturador	0,20	0,40
Chuveiro elétrico	Registro de Pressão	0,10	0,10
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de Pressão	0,30	1,00
Lavatório	Torneira ou misturador	0,15	0,30
Mictório cerâmico	Válvula de descarga (com sifão integrado)	0,50	2,80
	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório (sem sifão integrado)	0,15	0,30
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,30
Pia	Torneira ou misturador	0,25	0,70
	Torneira elétrica	0,10	0,10
Tanque	Torneira	0,25	0,70
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,40

Fonte: ABNT NBR 5626, 1998.

- Dimensionamento das tubulações

O dimensionamento das tubulações do sistema deve ser realizado de modo a garantir o abastecimento de água com vazões e pressões em conformidade com os parâmetros de projeto. A escolha dos diâmetros deve decorrer dos valores de velocidades, vazões e pressões que atendam aos requisitos da Norma, visando garantir o escoamento e manter os níveis de ruído em limites aceitáveis (Lemos, 2021).

- Verificações das pressões

Quando o fluido não está em movimento tem-se pressão estática. Em relação a essa, a norma determina que em qualquer ponto do sistema deve-se ter, no máximo, um valor de 400 kPa (40 m.c.a.). Tubulações com pressão sem escoamento maiores que isto estão sujeitas ao golpe de aríete, ruídos acentuados e manutenções mais constantes.

Quando o fluido está em movimento de escoamento dentro dos condutos forçado tem-se pressão dinâmica. Neste caso, a norma estabelece que os pontos de utilização não podem apresentar pressão dinâmica inferior a 1 m.c.a., e em qualquer ponto da tubulação, deve ser no mínimo igual a 0,5 m.c.a..

Além disso, a NBR indica também que a pressão dinâmica requerida para o adequado funcionamento da peça de utilização ou do correspondente aparelho sanitário operando com vazão de projeto pode ser obtida junto ao respectivo fabricante ou responsável pela colocação do produto no mercado nacional, ou à especificação técnica do componente.

Outro ponto a se ter atenção é que a pressão mínima de 0,5 m.c.a não é válida para os trechos verticais de tomada d'água nas saídas de reservatórios elevados para os respectivos barriletes em sistemas indiretos (NBR, 2020).

A razão para a restrição de valor mínimo é para evitar pressões negativas nos pontos mais críticos do sistema e no quesito de comprometimento da alimentação das peças de utilização. Por outro lado, pressões hidráulicas excessivas favorecem o consumo e conseqüente desperdício de água fria. Sendo assim, manter essa pressão com escoamento próximo dos valores mínimos é o caso mais aconselhável no dimensionamento da rede de distribuição (Medeiros, 2017).

- Velocidade máximas e mínimas e vazão

Para evitar que a tubulação sofra de ruídos de escoamento perceptíveis durante a utilização das peças hidráulicas, sobrepressões pontuais e golpes de aríete, a norma estabelece que a velocidade máxima da água que se movimenta dentro dos tubos não deve ser superior a 3 m/s, sendo desprezível seu limite mínimo.

Além disso, pode-se utilizar a equação 3 que necessita apenas do diâmetro do tubo analisado (Botelho, 2010).

$$V_{MÁX} = 14 \cdot \sqrt{\phi} \leq 3,0 \quad (3)$$

Onde: $V_{máx}$ = velocidade máxima permitida no trecho, em m/s; ϕ = diâmetro nominal da tubulação em determinado trecho, em metros.

Baseado nisso, tem-se na tabela 2 os valores de $V_{máx}$ e $Q_{máx}$ para cada DN de tubulação, sendo a vazão calculada a partir da equação 4.

$$Q = v \cdot A \quad (4)$$

Onde: Q = vazão, em m^3/s ; v = velocidade do fluido, em m/s; A = área da seção transversal, em metros.

Tabela 2 - Valores de $V_{máx}$ e $Q_{máx}$ para cada DN de tubulação.

DN (mm)	V máx (m/s)	Q máx (L/s)
20	1,98	0,62
25	2,21	1,08
32	2,50	2,01
40	2,80	3,51
50	3,00	5,89
60	3,00	8,48
75	3,00	13,25
85	3,00	17,02
110	3,00	28,51

Fonte: Botelho, 2010.

- Perdas de carga

A perda de carga pode ser definida como sendo a diferença entre a energia inicial e final de um determinado líquido que escoar em uma seção de um ponto a outro, ocorrendo atrito entre as partículas da massa líquida que dissipa energia na forma de calor quase imperceptível. Sua magnitude tem uma maior dependência com a turbulência e viscosidade do

fluido (Carvalho Júnior, 2020). Os fatores que implicam na resistência de escoamento de um fluido são (Medeiros, 2017):

- a) Viscosidade e densidade do fluido;
- b) Velocidade de escoamento;
- c) Rugosidade da canalização;
- d) Grau de turbulência do fluxo;
- e) Comprimento do conduto;
- f) Mudança de direção do fluxo;
- g) Seção do conduto, no caso de tubos, o próprio diâmetro interno.

Dessa forma, a perda de carga é acentuada quando os tubos são longos, há mais conexões, canalizações de alta rugosidade, diâmetros pequenos e presença de peças como válvulas, registros, entre outras. Todos esses fatores ampliam os choques e atritos entre as partículas do fluido escoado, aumentando a perda de carga e diminuindo a pressão dinâmica nos pontos de utilização (Carvalho Júnior, 2020).

Podem ser consideradas duas formas de perda de carga: a contínua e localizada. As perdas de cargas contínuas são as perdas devido ao próprio escoamento do fluido nas canalizações, julgada como sendo uniforme em todos os trechos de tubulação com dimensões constantes (Netto, 2018). Na falta do fator de rugosidade do material escolhido em um projeto hidráulico, a ABNT NBR 5626/2020 permite determinar a perda de carga contínua utilizando a equação 5 de Fair-Whipple-Hsiao (FWH) para tubos lisos (plásticos, cobre ou liga de cobre). Não é o único método disponível, tem-se também a equação universal de Darcy-Weisbach e a equação de Colebrook-White.

$$J = 8,69 \cdot 10^6 \cdot \left(\frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \right) \quad (5)$$

Onde: J = perda de carga unitária, em kPa/m; Q = vazão na seção considerada, em L/s; D = diâmetro interno do tubo, em mm.

A perda de carga localizada é aquela resultante de singularidades (conexões, registros, válvulas etc.) presentes no sistema. A NBR 5626/2020 não apresenta mais a relação com as perdas de cargas em conexões, entretanto, de acordo com Lemos (2021) projetistas continuam utilizando as disponíveis na versão de 1998, conforme tipo de material empregado nos tubos e demais peças, que transforma cada item em “comprimento equivalente de canalização” (Botelho, 2010).

A tabela 3 apresenta as perdas de carga localizadas para conexões em PVC, enquanto a tabela 4 apresenta os valores dela para registros, saídas d'água e demais componentes hidráulicos.

Tabela 3 – Perdas de carga localizadas para conexões em PVC para o método do método equivalente

DN (mm)	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

Fonte: Adaptado pela autora de ABNT NBR 5626, 1998.

Tabela 4 - Perda de carga localizada quanto às singularidades para o método do comprimento equivalente

ITEM	DN (mm)									
	15	20	25	32	40	50	60	75	85	
	Ref. (pol.)									
	1/2	3/4	1	1.1/4	1.1/2	2	2.1/2	3	4	
Saída de canalização	0,8	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	
Entrada normal	0,3	0,4	0,5	0,6	1,0	1,5	1,6	2,0	2,2	
Entrada de borda	0,9	1,0	1,2	1,8	2,3	2,8	3,3	3,7	4,0	
Válvula de pé e crivo	8,1	9,5	13,3	15,5	18,3	23,7	25,0	26,8	28,6	
Válvula de retenção tipo leve	2,5	2,7	3,8	4,9	6,8	7,1	8,2	9,3	10,4	
Válvula de retenção tipo pesado	3,6	4,1	5,8	7,4	9,1	10,8	12,5	14,2	16,0	
Registro de gaveta aberto	0,1	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	
Registro de globo aberto	11,1	11,4	15,0	22,0	35,8	37,9	38,0	40,0	42,3	
Registro de ângulo aberto	5,9	6,1	8,4	10,5	17,0	18,5	19,0	20,0	22,1	

Fonte: Tigre, 2016.

- Disposições gerais

No que diz respeito ao traçado das redes, a NBR 5626/2020 não faz recomendações técnica específicas. As determinações indicam apenas que devem ser projetadas e instaladas considerando as particularidades de cada tipo de material; de modo a minimizar o acúmulo de ar ou vapor no interior; e de modo a evitar deformação excessiva.

Resumindo, o dimensionamento brasileiro tem sete passos principais:

- 1) Somar os pesos de cada trecho;
- 2) Obter as vazões;
- 3) Determinar os diâmetros mínimos e os diâmetros adotados;
- 4) Verificar as velocidades nos trechos;
- 5) Determinar as perdas de carga (unitária, localizada e total);
- 6) Determinar as pressões a montante e jusante;
- 7) Verificar as pressões.

4.3.2 Aspectos normativos de Portugal

- Consumo predial

O Regulamento português indica que os consumos domésticos não devem, qualquer que seja o horizonte de projeto, e com base na população da localidade, serem inferiores aos seguintes valores:

- 80 l/habitante/dia até 1000 habitantes;
- 100 l/habitante/dia de 1000 a 10000 habitantes;
- 125 l/habitante/dia de 10000 a 20000 habitantes;
- 150 l/habitante/dia de 20000 a 50 000 habitantes;
- 175 l/habitante/dia acima de 50 000 habitantes.

- Reservatório

De acordo com Pedroso (2016), o volume útil dos reservatórios destinados a fins alimentares e sanitários não deve exceder o valor correspondente ao volume médio diário do mês de maior consumo, tendo em conta a ocupação previsível do edifício a abastecer. O volume para situações diferentes da anteriormente referida, por exemplo, combate a incêndios deverá ter em conta as exigências regulamentares aplicáveis.

Lembrando-se que o RGSPDADAR permite apenas que se armazene água para fins alimentares em casos devidamente autorizados pela entidade gestora. Isso deve ocorrer apenas em casos nos quais não se possa garantir fornecimento por parte do sistema público que assegure o bom funcionamento do sistema em termos de pressão e caudal.

No Regulamento, diz-se que a capacidade para reserva de emergência deve ser o maior dos valores necessários para incêndio ou avaria. Em relação à incêndio, varia em função do grau de risco da zona e não deve ser inferior aos valores seguintes:

- 75 m³ - grau 1;
- 125 m³ - grau 2;
- 200 m³ - grau 3;
- 300 m³ - grau 4;
- A definir caso a caso - grau 5.

Em relação a avarias ou defeitos, deve-se admitir que se dão no período mais desfavorável, mas não simultaneamente em mais de uma tubulação alimentadora e a reparação demora entre quatro e seis horas, incluindo-se neste tempo o necessário para o esvaziamento da tubulação, reparação propriamente dita, preenchimento e desinfecção.

De qualquer forma, independentemente das condições de alimentação do reservatório, a capacidade de armazenamento do sistema deve ser:

$$V \geq K \cdot Qmd$$

Onde: Qmd é o caudal médio diário anual (metros cúbicos) do aglomerado e K um coeficiente que toma os seguintes valores mínimos:

- K = 1,0 para aglomerados populacionais superiores a 100 000 habitantes;
- K = 1,25 para aglomerados populacionais compreendidos entre 10000 e 100 000 habitantes;
- K = 1,5 para aglomerados populacionais compreendidos entre 1000 e 10000 habitantes;
- K = 2,0 para aglomerados populacionais inferiores a 1000 habitantes e para zonas de maior risco, nomeadamente aerogares, estabelecimentos hospitalares e quartéis.

- Disposições gerais

O dimensionamento do sistema de abastecimento de água fria recomendado pelo RGSPPDADAR se dá por meio de um processo iterativo, e tem como parâmetros de dimensionamento a vazão, as velocidades (entre 0,5 m/s e 2,0 m/s), a rugosidade do material das tubulações e as pressões mínimas a serem garantidas.

Em relação ao traçado das redes, determina-se que os trechos sejam retos, horizontais e verticais, conectados por acessórios apropriados, com uma inclinação de 0,5% nos trechos horizontais no sentido do escoamento para facilitar a circulação do ar, evitando bolhas.

- Determinação das vazões de cálculo

A determinação das vazões ou caudais de cálculo de abastecimento (Q_{dim}) baseia-se nos caudais mínimos atribuídos aos dispositivos de utilização, conforme tabela 5. A partir da identificação de quais dispositivos estão presentes no ramal a ser dimensionado faz-se o somatório da vazão e obtém-se o caudal acumulado ($Q_{acumulado}$).

Tabela 5 – Caudais mínimos por dispositivo de utilização.

Dispositivos de utilização para:	Caudais mínimos (L/s)
Lavatório individual	0,10
Lavatório coletivo (por bica)	0,05
Bidé	0,10
Banheira	0,25
Chuveiro individual	0,15
Pia de despejo com torneiro de Ø 15 mm	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	0,10
Mictório com torneira individual	0,15
Pia lava-louça	0,20
Bebedouro	0,10
Máquina de lavar louça	0,15
Máquina ou tanque de lavar roupa	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Mictório com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou de lavagem de Ø 15 mm	0,30
Idem de Ø 20 mm	0,45
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados.	Em conformidade com as indicações dos fabricantes.

Fonte: Decreto Regulamentar n.º 23/95 (1995).

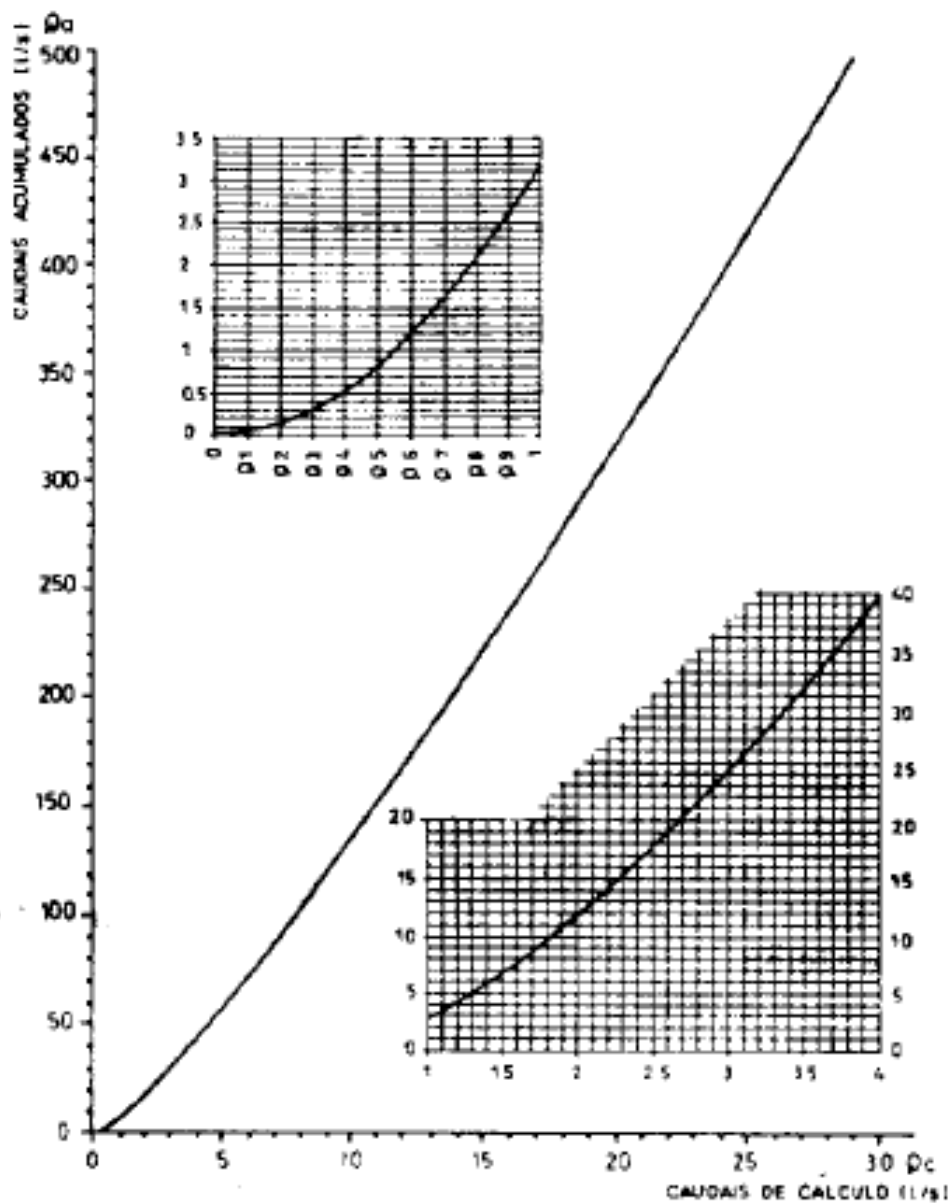
Posteriormente, deve-se considerar o coeficiente de simultaneidade (x), definido pelo Regulamento como a relação entre o caudal simultâneo máximo previsível, ou seja, o caudal de cálculo, e o caudal acumulado, que representa a soma de todos os dispositivos de utilização alimentados através dessa secção, como mostra a equação 6.

$$Q_{dim} = x \cdot Q_{acum} \quad (6)$$

Onde: Q_{dim} = caudal de cálculo de abastecimento ou dimensionamento; x = coeficiente de simultaneidade; Q_{acum} = caudal acumulado.

Um dos métodos preconizado pela RGSPDADAR designa-se Método de Delebecque. Trata-se de um método gráfico que permite a conversão dos caudais acumulados em caudais de cálculo. Esta relação traduz-se por meio de 3 curvas, sendo que cada uma representa um nível de conforto (conforto mínimo, conforto normal, conforto elevado) e varia dependendo dos valores de caudal considerados, conforme figura 13.

Figura 13 - Caudais de cálculo (Q_c) em função dos caudais acumulados (Q_{ac}) para um nível médio de conforto de acordo com o Decreto Regulamentar n.º 23/95.



Fonte: Decreto Regulamentar n.º 23/95 (1995).

A leitura dos valores nas curvas não é exata nem descomplicada, sendo necessário traduzir as curvas sob a forma de equações matemáticas, as quais estão representadas na tabela 6.

Tabela 6 – Equações matemáticas correspondentes ao Método de Delebecque

Q acumulado (L/s)	Conforto Mínimo (B)	Conforto Normal (M)	Conforto Elevado (E)
Q acumulado ≤ 3,5	$Q_c = 0,5099 \times Q_{acum.}^{0,5092}$	$Q_c = 0,5469 \times Q_{acum.}^{0,5137}$	$Q_c = 0,6015 \times Q_{acum.}^{0,5825}$
3,5 < Q acumulado ≤ 25	$Q_c = 0,4944 \times Q_{acum.}^{0,5278}$	$Q_c = 0,5225 \times Q_{acum.}^{0,5364}$	$Q_c = 0,5834 \times Q_{acum.}^{0,5872}$
25 < Q acumulado ≤ 500	$Q_c = 0,2230 \times Q_{acum.}^{0,7561}$	$Q_c = 0,2525 \times Q_{acum.}^{0,7587}$	$Q_c = 0,3100 \times Q_{acum.}^{0,7750}$

Fonte: Passos, 2016.

- Velocidades máximas e mínimas de escoamento

A velocidade do escoamento deve ser inicialmente arbitrada e por um procedimento iterativo determinado seu valor real, atentando-se aos valores limite impostos pelo RGSPPDADAR, entre 0,5 m/s e 2,0 m/s.

Conforme Pedroso (2016), a velocidade é limitada por razões de conforto e durabilidade das tubagens, visto que são as velocidades elevadas as responsáveis pela maioria dos ruídos nas canalizações, bem como a produção de vibrações.

- Dimensionamento das tubulações

Determinados os caudais de cálculo, é possível dimensionar as canalizações com emprego da equação 7. A equação 7 é a mesma utilizada para a verificação da velocidade.

$$D_{int} = \sqrt{\left(\frac{4 \cdot Q_{dim}}{\pi \cdot v}\right)} \quad (7)$$

Onde: D_{int} = diâmetro interno da tubagem; v = velocidade de escoamento; Q_{dim} = caudal de cálculo de abastecimento.

- Verificação das pressões e perdas de carga no sistema

O regulamento impõe que as pressões de serviço nos dispositivos de utilização devem situar-se entre 50 kPa e 600 kPa, recomendando-se, por razões de conforto e durabilidade dos materiais, que se mantenham entre 150 kPa e 300 kPa.

O cálculo das pressões ao longo dos troços da rede deve ser realizado com o emprego da Equação de Bernoulli (equação 8).

$$\frac{p_x}{\gamma} = \frac{p_d}{\gamma} - \Delta z - \Delta H_t \quad (8)$$

Onde: p_x = pressão disponível no ponto considerado (Pa); p_d = pressão disponível na rede pública de distribuição à entrada do edifício (Pa); Δz = diferença de cota entre o ponto x e a rede pública de distribuição (m); γ = peso específico da água (N/m³); e ΔH_t = perda de carga total.

Em relação às perdas de carga, o RGSPDADAR não especifica qual expressão matemática deve ser usada. Pedroso (2016) recomenda o uso da equação de Flamant (equação 9).

$$J = 4b \cdot v^{\frac{7}{4}} \cdot D_{int}^{-\frac{5}{4}} \quad (9)$$

Onde: J = perda de carga contínua; v = velocidade de escoamento, dada em m/s; D_{int} = diâmetro interno da tubagem, em m; b = fator caracterizador a rugosidade do material da tubagem (tabelado).

Além das perdas de carga ao longo da tubulação tem-se também as perdas de carga localizadas, provocadas pelas singularidades existentes, como joelhos, válvulas etc. Pedroso (2016) indica que um incremento de 20% às perdas de carga lineares é um valor que traduz satisfatoriamente as perdas geradas nas singularidades sem exigir cálculos mais detalhados.

Resumindo, têm-se nove passos principais:

- 1) Somatório da vazão (ou caudal) dos dispositivos de utilização para o trecho i – $Q_{acumulado}$;
- 2) Cálculo da vazão (ou caudal) de dimensionamento – Q_{dim} ;
- 3) Arbitra-se a velocidade;
- 4) Cálculo do diâmetro de dimensionamento;
- 5) Escolha dos diâmetros nominais – DN;
- 6) Cálculo da velocidade na tubulação – v ;
- 7) Verificação da velocidade máxima regulamentar;
- 8) Cálculo das perdas de carga;
- 9) Verificação das pressões de serviço nos dispositivos de utilização.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Nomenclaturas normativas

Inicialmente, o primeiro aspecto relevante na comparação entre as normas trata-se das nomenclaturas. Nomenclaturas consistentes e bem definidas facilitam a clareza e a compreensão dos requisitos e critérios nelas contidos, contribuindo para que profissionais, engenheiros e demais envolvidos na aplicação das normas possam interpretá-las de maneira mais eficaz quando os termos são definidos e utilizados de forma consistente.

A padronização é fundamental para garantir a qualidade e a segurança dos sistemas prediais de água fria, visto que diferenças nas nomenclaturas podem levar a mal-entendidos e interpretações errôneas. Justamente por isso, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) foi criada em 1940.

É possível notar algumas diferenças nas nomenclaturas, dentre elas os nomes dos ramais e a outros termos comumente utilizados. No sistema português tem-se ramal de ligação, ramal de introdução, ramal de distribuição, coluna e ramal de alimentação. No sistema brasileiro, ramal predial ou ramal de entrada predial, alimentador predial ou ramal interno, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais. Trechos são chamados de troços, vazão, de caudal e tubulações ou tubos, de condutas ou tubagens.

Entretanto, existem também semelhanças, como a classificação dos sistemas, os quais possuem as mesmas características e a mesma nomenclatura nos dois países (direto, indireto e misto). Quando termos e conceitos semelhantes são usados em ambos os países, profissionais dos dois lugares podem se comunicar e colaborar de forma mais eficaz. Para aqueles que pretendem emigrar ou atuar em projetos internacionais, essas semelhanças garantem que as diretrizes e os critérios sejam entendidos da maneira correta, reduzindo o risco de mal-entendidos e aumentando a confiança profissional.

De forma geral, mesmo com as diferenças, quando lido em contexto, é possível identificar e compreender os significados em questão. As diferenças nas nomenclaturas refletem as variações culturais e linguísticas entre os países.

5.2 Dimensionamento técnico do estudo de caso

No que tange ao dimensionamento, há vários aspectos que podem ser analisados. As plantas completas com o traçado da rede de abastecimento e os DN determinados por cada método de dimensionamento são apresentadas no Apêndice C. As planilhas detalhadas do dimensionamento do sistema de abastecimento de água fria seguindo os métodos do Brasil e de Portugal são apresentadas nos Apêndices A e B, respectivamente.

- **Reservatório superior**

Seguindo a norma e critérios brasileiros, tem-se que o consumo predial para a residência em questão, estabelece-se em 602,8 l/dia considerando um consumo per capita de 150,7 l/hab./dia, obtido no Atlas Águas Abastecimento Urbano (ANA, 2021).

Considerando-se 20% desse total para o uso no combate a incêndio, tem-se a necessidade de 120,56 litros para esse fim. Logo, para atender o empreendimento necessita-se de 723,36 litros de água, que é suprido por um reservatório de 1000 litros de capacidade e corrobora com a recomendação de Botelho (2010), na qual o volume de reservação deve ficar entre o consumo diário e 3 vezes do consumo diário.

Em relação às determinações da norma portuguesa, considerando-se que o sistema é de uma residência localizada em uma cidade grande, como Porto ou Lisboa, que possuem mais de 50 mil habitantes, o consumo doméstico considerado é de 175 l/hab./dia.

Além disso, também considerando-se a quantidade de habitantes, o K correspondente é igual a 1. Portanto, o volume a ser garantido pelo reservatório equivale a 700 l, o qual é suprido por um reservatório de 1000 litros de capacidade.

Ambos os métodos enfatizam a necessidade de uma reserva para incêndio e imprevistos, entretanto, o cálculo ou determinação dos volumes necessários seguem determinações diferentes.

A NBR 5626/2020 determina apenas que se deve garantir o volume necessário para 24 horas de consumo e uma reserva para incêndio e imprevistos. Logo, considera-se o método brasileiro mais flexível por proporcionar maior liberdade para o projetista utilizar os valores de referências baseados em experiências anteriores e nas próprias preferências. Além disso, pela falta de um valor de consumo per capita pré-determinado, o método permite que o volume dos reservatórios seja determinado especificamente conforme o clima, os costumes e

os hábitos de cada cidade ou região, a partir do entendimento que o consumo per capita varia devido a esses fatores.

O método português determina cada parâmetro necessário: o consumo per capita, o volume de combate ao incêndio etc., conforme a quantidade de habitantes, sem dar muita liberdade para os projetistas, ou seja, dessa forma fica inviável fazer as adaptações ao clima, aos costumes e aos hábitos dos usuários dos sistemas.

- **Vazões**

As normas brasileira e portuguesa utilizam diferentes métodos para a obtenção das vazões de cálculo, ainda que ambas levem em consideração a probabilidade de que nem todos os aparelhos hidráulicos funcionem simultaneamente.

A primeira viabiliza isso utilizando o método dos pesos relativos, que consiste em atribuir pesos às rotas possíveis nas tubulações. Esses pesos representam a preferência ou importância de cada rota em relação às outras. Já a segunda considera as vazões mínimas definidas para os aparelhos multiplicadas por um coeficiente de simultaneidade que depende do nível de conforto definido para o sistema.

As vazões de cálculo e o diâmetro das tubulações interferem na velocidade da água nas tubulações conforme equação 7. Portanto, a fim de garantir as velocidades mínimas exigidas pelo regulamento português de maneira mais econômica, optou-se por considerar o conforto elevado, o qual entrega os valores mais altos de vazão de cálculo e conseqüentemente as menores dimensões de diâmetros das tubulações. As vazões obtidas para cada norma podem ser observadas na tabela 7.

Tabela 7 - Resumo das vazões nas tubulações da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/202 e do RGSPPDADAR

TRECHO	NBR 5626/2020	RGSPPDADAR
	Q (L/s)	Q (L/s)
1-2	0,73	0,72
2-3	0,49	0,45
3-4	0,25	0,24
3-5	0,42	0,35
2-6	0,54	0,51
6-CH1	0,19	0,20
6-7	0,35	0,30
7-P1	0,25	0,20
7-P2	0,25	0,20
6-8	0,35	0,30
8-P3	0,25	0,20
8-P4	0,25	0,20
9-10	0,52	0,62
10-11.	0,31	0,41
11-CH2	0,09	0,20
11-12	0,30	0,34
12-VS1	0,16	0,16
12-LV1	0,16	0,16
10-13	0,31	0,41
13-CH3	0,09	0,20
13-14	0,30	0,34
14-VS2	0,16	0,16
14-LV2	0,16	0,16

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados obtidos são extremamente parecidos. É o parâmetro com mais semelhanças entre os resultados dentre todos. A diferença mais significativa fica apenas em dois trechos: 11-CH2 e 13-CH3, devidamente identificados, os quais se direcionam aos chuveiros dos banheiros da suíte e social.

Ou seja, não há exatamente um método que seja melhor que o outro de forma geral. Entretanto, do ponto de vista do usuário, é sempre mais interessante ter mais vazão nos chuveiros. Portanto, nesse caso, o dimensionamento português é mais satisfatório.

- **Diâmetros**

Compilou-se na tabela 8 os diâmetros comerciais obtidos pelos métodos de dimensionamentos, bem como os diâmetros internos correspondentes e as velocidades obtidas em cada trecho, as quais estão dentro dos limites impostos por cada regulamentação. Estão destacados em azul os trechos nos quais os DN resultaram iguais nas duas regulamentações e em vermelho os diâmetros que diferem.

Tabela 8 - Resumo dos DN da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/202 e do RGSPDADAR.

TRECHO	NBR 5626/2020			RGSPDADAR		
	DI (mm)	DN (mm)	v (m/s)	DI (mm)	DN (mm)	v (m/s)
1-2	44,00	50,00	0,48	28,80	32,00	1,10
2-3	21,60	25,00	1,35	28,80	32,00	0,69
3-4	21,60	25,00	0,68	22,60	25,00	0,59
3-5	21,60	25,00	1,16	22,60	25,00	0,88
2-6	44,00	50,00	0,35	28,80	32,00	0,78
6-CH1	27,80	32,00	0,31	22,60	25,00	0,50
6-7	21,60	25,00	0,97	22,60	25,00	0,74
7-P1	17,00	20,00	1,11	22,60	25,00	0,50
7-P2	17,00	20,00	1,11	22,60	25,00	0,50
6-8	21,60	25,00	0,97	22,60	25,00	0,74
8-P3	17,00	20,00	1,11	22,60	25,00	0,50
8-P4	17,00	20,00	1,11	22,60	25,00	0,50
9-10	53,40	60,00	0,23	28,80	32,00	0,94
10-11.	21,60	25,00	0,86	28,80	32,00	0,63
11-CH2	21,60	25,00	0,26	22,60	25,00	0,50
11-12	21,60	25,00	0,82	22,60	25,00	0,84
12-VS1	17,00	20,00	0,72	17,60	20,00	0,65

12-LV1	17,00	20,00	0,72	17,60	20,00	0,65
10-13	21,60	25,00	0,86	28,80	32,00	0,63
13-CH3	21,60	25,00	0,26	22,60	25,00	0,50
13-14	21,60	25,00	0,82	22,60	25,00	0,84
14-VS2	17,00	20,00	0,72	17,60	20,00	0,65
14-LV2	17,00	20,00	0,72	17,60	20,00	0,65

Fonte: Elaborada pela autora.

Percebe-se uma diferença significativa nos resultados obtidos. Dentre os 23 trechos definidos, 11 possuem diâmetros diferentes (47,83%) e 12 possuem os mesmos diâmetros (52,17%).

Dentre os diâmetros diferentes chamam atenção os trechos 1-2 e 9-10. Ambos saem do reservatório de água com diâmetro nominal de 50 e de 60 mm, respectivamente, conforme a NBR 5626/2020. Entretanto, segundo o RGSPDADAR, tem-se apenas 32 mm para ambos os trechos, o que em termos financeiros representa uma economia.

Ainda assim, na maioria dos trechos que possuem diâmetros diferentes, os obtidos no dimensionamento português são maiores que os do dimensionamento brasileiro.

Em relação ao material, ambos os países utilizam amplamente o PVC para instalações de água fria, material escolhido para o projeto em questão. Entretanto, apesar das dimensões dos diâmetros comerciais se repetirem, os diâmetros internos em cada país divergem.

Para o dimensionamento brasileiro utilizou-se os diâmetros fornecidos pela fabricante Tigre, sendo amplamente utilizada no país, mas que apesar de estar presente em cerca de 30 países (Tigre, 2023), não está presente em Portugal, conforme tabela 9.

Tabela 9 – Diâmetros especificado pelo fabricante Tigre

DN (mm)	Di (mm)
20	17
25	21,6
32	27,8
40	35,2
50	44
60	53,4
75	66,6
85	75,6
110	97,8

Fonte: Tigre S/A – Tubos e Conexões, 2016.

Para o dimensionamento português, utilizou-se as tubulações com os diâmetros mínimos e espessura da parede mínima da classe 1 encontrados em Pedroso (2016), conforme tabela 10, que resultaram nos diâmetros da tabela 11.

Tabela 10 – Dimensões das tubulações de PVC disponíveis em Pedroso (2016).

DN (mm)	Diâmetro exterior (mm)		Espessura da parede (mm)			
	Máximo	Mínimo	Classe 1 (MPa)		Classe 1,6 (MPa)	
			Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo
16	16,3	16,0	-	-	1,6	1,2
20	20,3	20,0	1,6	1,2	1,9	1,5
25	25,3	25,0	1,6	1,2	2,3	1,9
32	32,3	32,0	2,0	1,6	2,9	2,4
40	40,3	40,0	2,3	1,9	3,5	3,0
50	50,3	50,0	2,9	2,4	4,3	3,7
63	63,3	63,0	3,5	3,0	5,4	4,7
75	75,3	75,0	4,2	3,6	6,4	5,6
90	90,3	90,0	5,0	4,3	7,6	6,7
110	110,4	110,0	6,1	5,3	9,3	8,2
125	125,4	125,0	6,8	6,0	10,5	9,3

Fonte: Pedroso, 2016.

Tabela 11 – DN e Di das tubulações de PVC disponíveis em Pedroso (2016).

DN	Di
20	17,6
25	22,6
32	28,8
40	36,2
50	45,2
63	57
75	67,8
90	81,4
110	99,4
125	113

Fonte: Adaptado de Pedroso, 2016.

Para além dos valores obtidos no livro teórico, consultou-se também o catálogo da Sanitop, empresa portuguesa, e encontrou-se diâmetros dispostos na tabela 12 que não são totalmente idênticos, mas estão em concordância com os valores utilizados, portanto, validando os resultados obtidos.

Tabela 12 – Diâmetros das tubulações de PVC da Sanitop

DN (mm)	Di (mm)
16	-
20	16,2
25	22,0
32	28,8
40	36,2
50	45,2
63	57,0
75	67,8
90	81,4
110	101,6
125	115,4

Fonte: Sanitop, 2023.

Os diâmetros internos interferem diretamente no dimensionamento. Dependendo do diâmetro interno, a velocidade pode ser maior ou menor.

- **Velocidade**

O RGSPPDADAR possui o menor requisito de velocidade máxima, de 2,0 m/s, em comparação com os 3,0 m/s indicados pela NBR 5626/2020. Para além da velocidade

máxima, o regulamento português especifica a velocidade mínima de 0,5 m/s, enquanto o regulamento brasileiro considera desprezível o limite mínimo.

No dimensionamento da residência unifamiliar realizado neste trabalho obteve-se os resultados apresentados na tabela 13.

Tabela 13 - Resumo das velocidades nas tubulações da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/202 e do RGSPDADAR

TRECHO	NBR 5626/2020		RGSPDADAR	
	DN (mm)	v (m/s)	DN (mm)	v (m/s)
1-2	50,00	0,48	32,00	1,10
2-3	25,00	1,35	32,00	0,69
3-4	25,00	0,68	25,00	0,59
3-5	25,00	1,16	25,00	0,88
2-6	50,00	0,35	32,00	0,78
6-CH1	32,00	0,31	25,00	0,50
6-7	25,00	0,97	25,00	0,74
7-P1	20,00	1,11	25,00	0,50
7-P2	20,00	1,11	25,00	0,50
6-8	25,00	0,97	25,00	0,74
8-P3	20,00	1,11	25,00	0,50
8-P4	20,00	1,11	25,00	0,50
9-10	60,00	0,23	32,00	0,94
10-11.	25,00	0,86	32,00	0,63
11-CH2	25,00	0,26	25,00	0,50
11-12	25,00	0,82	25,00	0,84
12-VS1	20,00	0,72	20,00	0,65
12-LV1	20,00	0,72	20,00	0,65
10-13	25,00	0,86	32,00	0,63
13-CH3	25,00	0,26	25,00	0,50
13-14	25,00	0,82	25,00	0,84
14-VS2	20,00	0,72	20,00	0,65
14-LV2	20,00	0,72	20,00	0,65

Fonte: Elaborada pela autora.

Os valores destacados correspondem a todos os trechos nos quais as velocidades são maiores no dimensionamento brasileiro, ou seja, dos 23 trechos existentes, apenas 8 apresentam velocidades menores que no regulamento português, dado que representa 34,78% do total.

Observando-se os resultados obtidos no dimensionamento brasileiro nenhuma das velocidades se aproxima consideravelmente do limite máximo estabelecido pela Norma, assim como, dentre as destacadas, não há grande variabilidade nos resultados obtidos.

- **Pressão**

Outro aspecto relevante são os limites de pressão. A exigência do Regulamento Português em relação à pressão disponível nos pontos de utilização é mais elevada que a requerida pela Norma Brasileira.

A NBR 5626/2020 apresenta 1 m.c.a. como valor de pressão mínima a se garantir nos pontos de utilização, indicando ainda que sejam verificados junto aos fabricantes as pressões mínimas junto ao aparelho, ficando a cargo do projetista determinar um modelo. Além disso, recomenda que em qualquer ponto do sistema de distribuição, a pressão dinâmica da água não seja inferior a 0,5 m.c.a. Já a norma portuguesa define como pressão mínima a ser assegurada 5 m.c.a., o que corresponde a 10 vezes mais.

Devido a isso, considerou-se o mesmo traçado para o dimensionamento em relação às normas dos dois países, a fim de garantir as pressões mínimas nos pontos de utilização, foi necessário elevar o reservatório no dimensionamento português em 4,7 m, providência observável na plotagem do projeto no Apêndice C. Outra solução para atender a pressão nos pontos seria inserir um pressurizador no sistema.

De acordo com Lemos (2021), o uso de reservatórios de água potável é mais comum no Brasil, devido às falhas e interrupções que muitas vezes ocorrem no fornecimento de água pela rede pública. Portanto, entende-se que os direcionamentos da norma portuguesa podem não estar devidamente otimizados para este tipo de sistema, justificando a discrepância mencionada anteriormente.

A solução de elevar o reservatório para obter as pressões mínimas necessárias revela-se como arquitetonicamente inviável, pois não apresenta uma harmonia com a paisagem local. Além disso, em virtude da necessidade de aumentar a altura dos pilares ou mesmo construir

novos e de construir mais uma laje, torna-se uma solução mais onerosa, portanto, deve ser estudada e repensada.

- **Perda de carga**

O método de perda de carga contínua utilizado nos dimensionamentos foi diferente, entretanto, nenhuma das normas especifica qual expressão deve ser usada. Elas foram escolhidas baseadas nas recomendações das literaturas referenciadas. No caso do Brasil, utilizou-se a equação de Fair-Whipple-Hsiao (FWH) para a perda de carga contínua e no dimensionamento português, a de Flamant.

Um detalhe diferenciado diz respeito ao cálculo das perdas de carga localizadas. Enquanto no dimensionamento brasileiro, costuma-se transformar as singularidades em comprimento equivalente de canalização, de acordo com as tabelas 3 e 4, para obtenção dos valores, no dimensionamento português recomenda-se considerar 20% das perdas de carga contínuas para facilitar o cálculo.

Em relação ao comportamento das perdas de carga em ambos os regulamentos, tem-se os resultados obtidos na tabela 14.

Tabela 14 - Resumo das perdas de carga nas tubulações da rede de abastecimento pelos métodos da NBR 5626/2020 e do RGSPDADAR

TRECHO	NBR 5626/2020	RGSPDADAR
	Perda de carga (m)	Perda de carga (m)
1-2	0,19	0,61
2-3	0,60	0,06
3-4	0,06	0,01
3-5	0,27	0,06
2-6	0,07	0,17
6-CH1	0,15	0,13
6-7	0,30	0,07
7-P1	0,15	0,01
7-P2	0,15	0,01
6-8	0,74	0,35
8-P3	0,15	0,01
8-P4	0,15	0,01

9-10	0,04	0,53
10-11.	0,34	0,05
11-CH2	0,10	0,04
11-12	0,27	0,04
12-VS1	0,07	0,01
12-LV1	0,11	0,03
10-13	0,34	0,05
13-CH3	0,10	0,04
13-14	0,27	0,04
14-VS2	0,07	0,01
14-LV2	0,11	0,03

Fonte: Elaborada pela autora.

Os valores destacados correspondem a todos os trechos nos quais as perdas de carga são maiores no dimensionamento brasileiro, ou seja, dos 23 trechos existentes, apenas 3 apresentam perdas de carga maiores no regulamento português, dado que representa 13,04% do total.

Os trechos 1-2 e 9-10 correspondem às tubulações de saída do reservatório superior, elemento do sistema que foi elevado em 4,7 metros no dimensionamento português. Ou seja, é coerente que a perda de carga seja maior de acordo com o regulamento português em virtude do maior comprimento de tubulação que o fluido deve percorrer. Portanto, se esse detalhe não existisse, provavelmente apenas o trecho 2-6 possuiria uma perda de carga maior no dimensionamento português.

6 CONCLUSÃO

Percebeu-se que não há um consenso absoluto entre os métodos de cálculo a empregar ou mesmo em relação aos parâmetros que devem ser garantidos para atender aos níveis de conforto dos usuários. Os resultados obtidos apresentam discordâncias, uma vez que houve diferenças entre os DN adotados para as duas normas, seja por diferença nas vazões de cálculo ou pelas diferentes equações aplicadas.

Dado o profundo vínculo histórico e o contingente de cidadãos brasileiros que residem em Portugal, incluindo uma parcela substancial de estudantes e profissionais de engenharia, é importante observar as divergências nos cálculos das redes de água fria entre os dois países. Questões como as condições climáticas, a pluviosidade regional, a disponibilidade de materiais no mercado local e as técnicas construtivas exercem influência direta ou indireta sobre a concepção e a avaliação do sistema, demandando, assim, que os projetistas estejam atentos a essas considerações.

Em termos gerais, foi possível constatar por meio deste estudo que, apesar das divergências entre as normas, a atuação dos profissionais brasileiros em solo português não enfrenta obstáculos intransponíveis. A compreensão das exigências e critérios é acessível e, com a devida atenção e dedicação aos estudos, é perfeitamente viável exercer a profissão com êxito e prosperidade no país.

- Sugestões para trabalhos futuros

Para aprimorar o entendimento das normas e procedimentos usados no dimensionamento da rede de abastecimento de água fria, é possível enriquecer este estudo no futuro por meio da realização de outras análises.

Sugere-se o estudo do uso de reservatórios em Portugal para verificar o quão comum é esse tipo de sistema e se existe algum procedimento diferenciado a fim de se garantir a elevação do reservatório superior em altura aceitável.

Propõe-se também a comparação com outros tipos de edifícios, como edifícios multifamiliares e comerciais. Além de ampliar a comparação para os outros sistemas como instalações sanitárias e drenagem pluvial.

Outra análise pertinente diz respeito a verificar os dimensionamentos entre as duas normas variando os materiais. Por último, outro estudo pertinente é analisar a diferença em termos de custos financeiros que a divergência nos dimensionamentos implica.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Informe Anual**. Brasília: ANA, 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Atlas Águas: Segurança Hídrica no Abastecimento Urbano**. Brasília: ANA, 2021.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

AUTODESK. **Autodesk Revit: Software BIM para projetar e criar coisa** [s.d]. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/revit/overview?term=1-YEAR&tab=subscription>>. Acesso em: 01 set. 2023.

BOTELHO, M.; RIBEIRO JR. G. **Instalações Hidráulicas Prediais: Usando tubos de PVC e PPR**. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 3.927**, de 19 de setembro de 2001. Promulga o Tratado de Amizade, Cooperação e Consulta, entre a República Federativa do Brasil e a República. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2001.

CARVALHO JÚNIOR, R. **Instalações hidráulicas e o projeto de arquitetura**. 13. ed. São Paulo: Bluscher, 2020.

COMITÊ EUROPEU DE NORMALIZAÇÃO (CEN). **EN 805:2000 – Requirements for systems and components outside buildings**. Bruxelas: CEN, 2000.

COMITÊ EUROPEU DE NORMALIZAÇÃO (CEN). **EN 806:2006. Specifications for installations inside buildings conveying water for human consumption**. Bruxelas: CEN, 2006.

COMITÊ EUROPEU DE NORMALIZAÇÃO (CEN). **EN 1508:1999. Water supply - Requirements for systems and components for the storage of water**. Bruxelas: CEN, 1999.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). **Termo de reciprocidade**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.ordemengenheiros.pt/fotos/editor2/areainternacional/27032019_protocolo_aditi vos.pdf>. Acesso em: 23 de mai. 2023.

CREDER, H. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

DECRETO-REGULAMENTAR N.º 23/95. **Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais**. Lisboa, Diário da República n.º 194, Série I-B. 23 de Agosto de 1995.

FERREIRA, H. **Redes prediais de abastecimento de água fria e drenagem de águas residuais – Análise regulamentar comparativa**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Braga. 2016.

FERREIRA, M. D. **O abastecimento de água à cidade de Lisboa nos séculos XVIII e XIX**. Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia, Vol. XVI, n.º 31. 1981.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JESUS, R. **Disponibilidades hídricas**. Escola secundária de Penafiel. 2010.

LANDI, Francisco Romeu. **Evolução histórica das instalações hidráulicas**. São Paulo: Epusp, 1993. Acesso em: 24 ago. 2023.

LEMOS, L. G. Z. **Instalações hidráulicas prediais de um edifício de habitação unifamiliar: Estudo comparativo entre o regulamento português, as normas europeias e as normas brasileiras**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão, Instituto Politécnico de Bragança. Bragança. 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10198/24740>>. Acesso em: 03 ago. 2023.

MACINTYRE, Archibad Joseph. **Instalações Hidráulicas: Prediais e Industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

MARCONI, Maria de Andrade. Lakatos, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Altas, 2017.

MATOS, J. D. **Aspectos Históricos e Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano**. Lisboa, 2003. Disponível em: <<https://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num16/Pag%2013-23.pdf>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

MEDEIROS, K. T. B. **Instalações prediais de água fria**. Não paginado. Notas de aula. 2017.

NETTO, A.; Y FERNÁNDEZ, M. F. **Manual de hidráulica**. 9. Ed. São Paulo: Blucher, 2018.

PASSOS, C. F. de O. **Dimensionamento Técnico-Económico de Sistemas Prediais de Abastecimento de Água**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade do Minho. Braga. 2016. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/1822/49126>>. Acesso em: 05 set. 2023.

PEDROSO, V. M. R. **Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas**. 3. ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2016.

PEREIRA, A. S et al. **Metodologia da pesquisa científica [recurso eletrônico]**. 1. ed. – Santa Maria, RS. UFSM, NTE, 2018. 1 e-book. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1. Acesso em 21 ago. 2023.

PORTAL DO ESTADO DO AMBIENTE. **Relatório do Estado do Ambiente**. 2023. Disponível em: <<https://rea.apambiente.pt/content/%C3%A1gua-para-consumo-humano>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

RTP. Quadro natural da Península Ibérica. Ensina RTP. 2017. Disponível em: <<https://ensina.rtp.pt/explicador/quadro-natural-da-peninsula-iberica/>>. Acesso em: 30 ago. 2023.

SÁ, N. J. M. **Otimização de sistemas prediais de distribuição de água fria**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade do Porto. Porto. 2015.

SANITOP. **PVC pressão**. 2023. Disponível em: <<https://www.sanitop.pt/searchproducts/pvc-pressao>>. Acesso em: 22 out. 2023.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2016.

SILVA, P. **Redes Prediais - Evolução, Avaliação e Perspetiva (Abastecimento de Água e Drenagem de Águas Residuais)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto. Porto. 2015.

TIGRE S/A – Tubos e Conexões. **Orientações para instalações de Água Fria: Água Fria Predial**. Joinville, 2016. Disponível em: <<https://tigresite.s3.amazonaws.com/2021/10/ct-agua-fria.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2023.

TIGRE. **Quem somos**. Disponível em: <<https://www.tigre.com.br/quem-somos>>. Acesso em: 21 out. 2023.

XAVIER, Janaina Silva. **SANEAMENTO DE PELOTAS (1871-1915): o patrimônio sob o signo de modernidade e progresso**. Dissertação (Mestrado em Memória Social e Patrimônio Cultural) – Instituto de Ciências Humanas, Universidade Federal de Pelotas. Pelotas. 2010.

ZERBINATTI, A. **Projeto Hidrossanitário: Para que serve e passo a passo de como fazer**. PROJETO BLOG, [s.d]. Disponível em: <<https://www.projetoou.com.br/posts/projeto-hidrossanitario-para-que-serve-e-passo-a-passo-de-como-fazer/>>. Acesso em: 24 ago. 2023.

YIN, R. K. **O Estudo de caso**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

APÊNDICE A

Planilhas de cálculo referentes ao dimensionamento brasileiro

DIMENSIONAMENTO BRASILEIRO											
TRECHO	Di (mm)	DN (mm)	COMP EQUIVALE NTE (L_e) (m)	COMP REAL L_r (m)	PERDA DE CARGA J (m)	PESO RELATIVO P	VAZÃO Q (L/s)	VELOCIDADE v (m/s)	DESNÍVEL (m)	PRESSÃO MONTANTE (m.c.a.)	PRESSÃO JUSANTE (m.c.a.)
1-2	44,00	50,00	20,00	4,86	0,19	5,90	0,73	0,48	3,14	0,50	3,45
2-3	21,60	25,00	2,90	2,30	0,60	2,70	0,49	1,35	-0,67	3,45	2,18
3-4	21,60	25,00	1,20	0,38	0,06	0,70	0,25	0,68	0,00	2,18	2,12
3-5	21,60	25,00	2,00	1,00	0,27	2,00	0,42	1,16	0,00	2,18	1,91
2-6	44,00	50,00	9,70	4,83	0,07	3,20	0,54	0,35	0,00	3,45	3,38
6-CH1	27,80	32,00	17,10	6,17	0,15	0,40	0,19	0,31	-2,19	3,38	1,04
6-7	21,60	25,00	2,90	1,70	0,30	1,40	0,35	0,97	-0,87	3,38	2,21
7-P1	17,00	20,00	1,10	0,27	0,15	0,70	0,25	1,11	0,00	2,21	2,06
7-P2	17,00	20,00	1,10	0,27	0,15	0,70	0,25	1,11	0,00	2,21	2,06
6-8	21,60	25,00	3,40	7,93	0,74	1,40	0,35	0,97	-0,87	3,38	1,77
8-P3	17,00	20,00	1,10	0,28	0,15	0,70	0,25	1,11	0,00	1,77	1,62
8-P4	17,00	20,00	1,10	0,26	0,15	0,70	0,25	1,11	0,00	1,77	1,62
9-10	53,40	60,00	15,60	6,01	0,04	3,00	0,52	0,23	0,35	0,50	0,81
10-11.	21,60	25,00	4,30	2,22	0,34	1,10	0,31	0,86	2,22	0,81	2,69

Continuação

11-CH2	21,60	25,00	13,10	1,92	0,10	0,10	0,09	0,26	-1,50	2,69	1,09
11-12	21,60	25,00	4,80	0,72	0,27	1,00	0,30	0,82	0,00	2,69	2,42
12-VS1	17,00	20,00	1,10	0,30	0,07	0,30	0,16	0,72	0,30	2,42	2,65
12-LV1	17,00	20,00	1,50	0,54	0,11	0,30	0,16	0,72	-0,10	2,42	2,21
10-13	21,60	25,00	4,30	2,22	0,34	1,10	0,31	0,86	2,22	0,81	2,69
13-CH3	21,60	25,00	13,10	1,92	0,10	0,10	0,09	0,26	-1,50	2,69	1,09
13-14	21,60	25,00	4,80	0,72	0,27	1,00	0,30	0,82	0,00	2,69	2,42
14-VS2	17,00	20,00	1,10	0,30	0,07	0,30	0,16	0,72	0,30	2,42	2,65
14-LV2	17,00	20,00	1,50	0,54	0,11	0,30	0,16	0,72	-0,10	2,42	2,21

APARELHOS EM CADA TRECHO							
TRECHO	CH. ELÉTRICO	CH. OU DUCHA MANUAL	VS. C/ CAIXA ACOPLADA	LV	PIA	TANQUE	MQ (Roupa/Pratos)
1-2		1			4	1	2
2-3						1	2
3-4						1	
3-5							2
2-6		1			4		
6-CH1		1					
6-7					2		
7-P1					1		
7-P2					1		
6-8					2		
8-P3					1		
8-P4					1		
9-10	2	2	2	2			
10-11.	1	1	1	1			
11-CH2	1						
11-12		1	1	1			
12-VS1			1				

Continuação

12-LV1				1			
10-13	1	1	1	1			
13-CH3	1						
13-14		1	1	1			
14-VS2			1				
14-LV2				1			

Continuação

12-LV1	1		1							
10-13	1	1				1	1			
13-CH3	1		1					1		
13-14						2				
14-VS2	1									
14-LV2	1		1							

PESO RELATIVO DE CADA TRECHO								
CH. ELÉTRICO	CH. OU DUCHA MANUAL	VS. C/ CAIXA ACOPLADA	LV	PIA	TANQUE	MQ (Roupa/Pratos)	CH. ELÉTRICO	CH. OU DUCHA MANUAL
0	0,4	0	0	2,8	0,7	2	0	0,4
0	0	0	0	0	0,7	2	0	0
0	0	0	0	0	0,7	0	0	0
0	0	0	0	0	0	2	0	0
0	0,4	0	0	2,8	0	0	0	0,4
0	0,4	0	0	0	0	0	0	0,4
0	0	0	0	1,4	0	0	0	0
0	0	0	0	0,7	0	0	0	0
0	0	0	0	0,7	0	0	0	0
0	0	0	0	1,4	0	0	0	0
0	0	0	0	0,7	0	0	0	0
0	0	0	0	0,7	0	0	0	0
0,2	0,8	0,6	0	1,4	0	0	0,2	0,8
0,1	0,4	0,3	0,3	0	0	0	0,1	0,4
0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0
0	0,4	0,3	0,3	0	0	0	0	0,4
0	0	0,3	0	0	0	0	0	0

Continuação

0	0	0	0,3	0	0	0	0	0
0,1	0,4	0,3	0,3	0	0	0	0,1	0,4
0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0
0	0,4	0,3	0,3	0	0	0	0	0,4
0	0	0,3	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0,3	0	0	0	0	0

APÊNDICE B

Planilha de cálculo referentes ao dimensionamento português

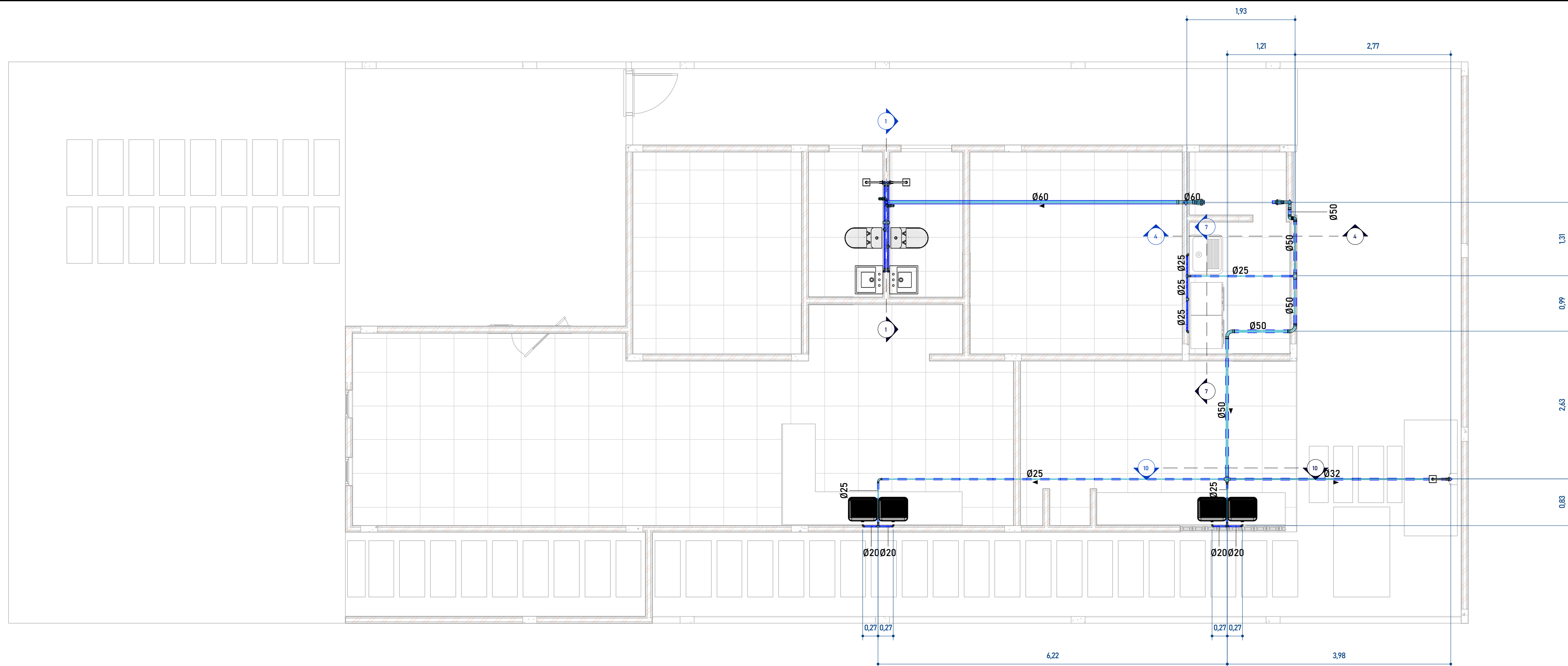
DIMENSIONAMENTO PORTUGUÊS														
TRECHO	Qacum. (L/s)	Qdim. (L/s)	v rec (m/s)	Ddim. (mm)	DN (mm)	Di (mm)	v (m/s)	L (m)	J cont (H) (m.c.a./m)	Hloc (m.c.a.)	Htot (m.c.a.)	Z (m.c.a.)	Pmon (m.c.a.)	Pjus (m.c.a.)
1-2	1,35	0,72	1,50	24,66	32,00	28,80	1,10	9,56	0,0534	0,1020	0,61	7,84	0,50	7,73
2-3	0,6	0,45	1,00	23,85	32,00	28,80	0,69	2,30	0,0233	0,0107	0,06	-0,67	7,73	6,99
3-4	0,2	0,24	1,00	17,32	25,00	22,60	0,59	0,38	0,0241	0,0018	0,01	0,00	6,99	6,98
3-5	0,4	0,35	1,00	21,19	25,00	22,60	0,88	1,00	0,0488	0,0098	0,06	0,00	6,99	6,93
2-6	0,75	0,51	1,00	25,45	32,00	28,80	0,78	4,83	0,0293	0,0283	0,17	0,00	7,73	7,56
6-CH1	0,15	0,20	1,00	15,93	25,00	22,60	0,50	6,17	0,0180	0,0222	0,13	-2,19	7,56	5,24
6-7	0,3	0,30	1,00	19,49	25,00	22,60	0,74	1,70	0,0364	0,0124	0,07	-0,87	7,56	6,61
7-P1	0,15	0,20	1,00	15,93	25,00	22,60	0,50	0,27	0,0180	0,0010	0,01	0,00	6,61	6,61
7-P2	0,15	0,20	1,00	15,93	25,00	22,60	0,50	0,27	0,0180	0,0010	0,01	0,00	6,61	6,61
6-8	0,3	0,30	1,00	19,49	25,00	22,60	0,74	7,93	0,0364	0,0578	0,35	-0,87	6,61	5,39
8-P3	0,15	0,20	1,00	15,93	25,00	22,60	0,50	0,28	0,0180	0,0010	0,01	0,00	6,61	6,60
8-P4	0,15	0,20	1,00	15,93	25,00	22,60	0,50	0,26	0,0180	0,0009	0,01	0,00	6,60	6,60
9-10	1,04	0,62	1,50	22,86	32,00	28,80	0,94	10,71	0,0409	0,0876	0,53	5,05	0,50	5,02
10-11.	0,52	0,41	1,00	22,87	32,00	28,80	0,63	2,22	0,0202	0,0090	0,05	2,22	5,02	7,19
11-CH2	0,15	0,20	1,00	15,93	25,00	22,60	0,50	1,92	0,0180	0,0069	0,04	-1,50	7,19	5,65
11-12	0,37	0,34	1,00	20,72	25,00	22,60	0,84	0,72	0,0451	0,0065	0,04	0,00	7,19	7,15
12-VS1	0,1	0,16	1,00	14,15	20,00	17,60	0,65	0,30	0,0390	0,0023	0,01	0,30	7,15	7,44
12-LV1	0,1	0,16	1,00	14,15	20,00	17,60	0,65	0,54	0,0390	0,0042	0,03	-0,10	7,15	7,03
10-13	0,52	0,41	1,00	22,87	32,00	28,80	0,63	2,22	0,0202	0,0090	0,05	2,22	7,19	9,36

Continuação

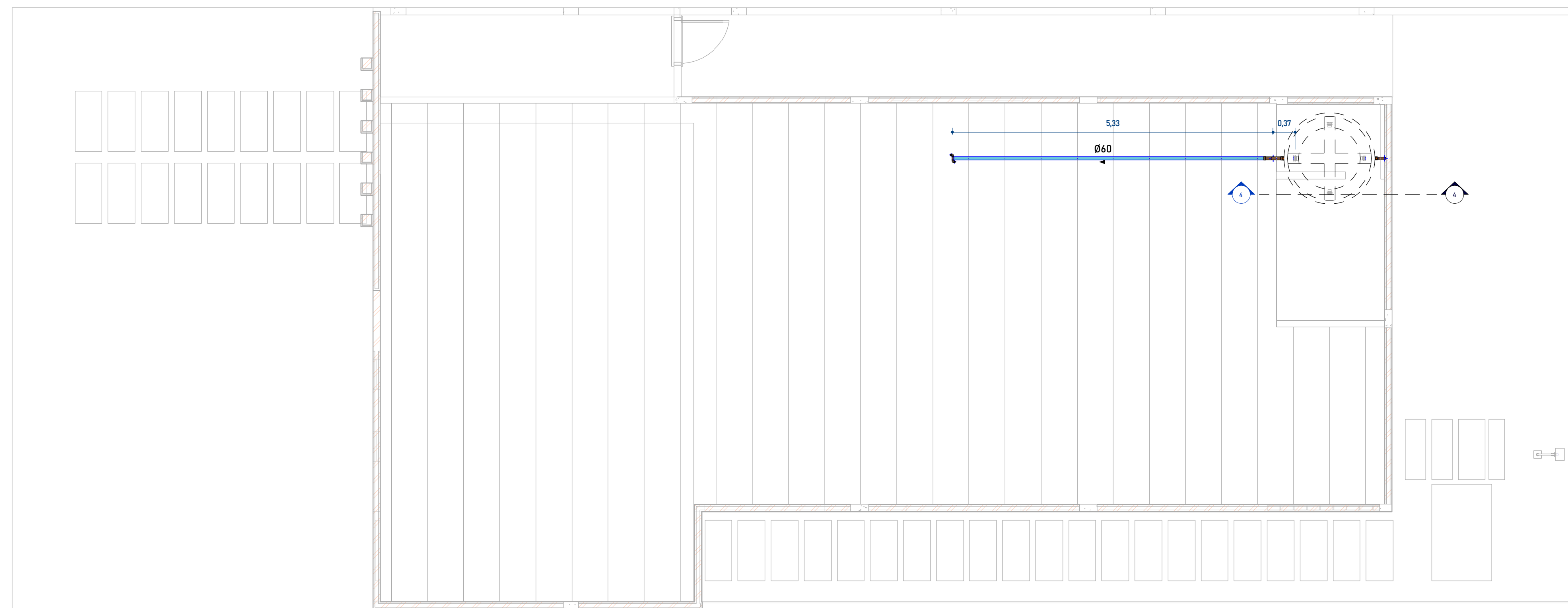
13-CH3	0,15	0,20	1,00	15,93	25,00	22,60	0,50	1,92	0,0180	0,0069	0,04	-1,50	9,36	7,82
13-14	0,37	0,34	1,00	20,72	25,00	22,60	0,84	0,72	0,0451	0,0065	0,04	0,00	9,36	9,32
14-VS2	0,1	0,16	1,00	14,15	20,00	17,60	0,65	0,30	0,0390	0,0023	0,01	0,30	9,32	9,60
14-LV2	0,1	0,16	1,00	14,15	20,00	17,60	0,65	0,54	0,0390	0,0042	0,03	-0,10	9,32	9,19

APÊNDICE C

Plantas e detalhes do traçado da rede



1 ESQUEMA GERAL AF - TÉRREO
1:50

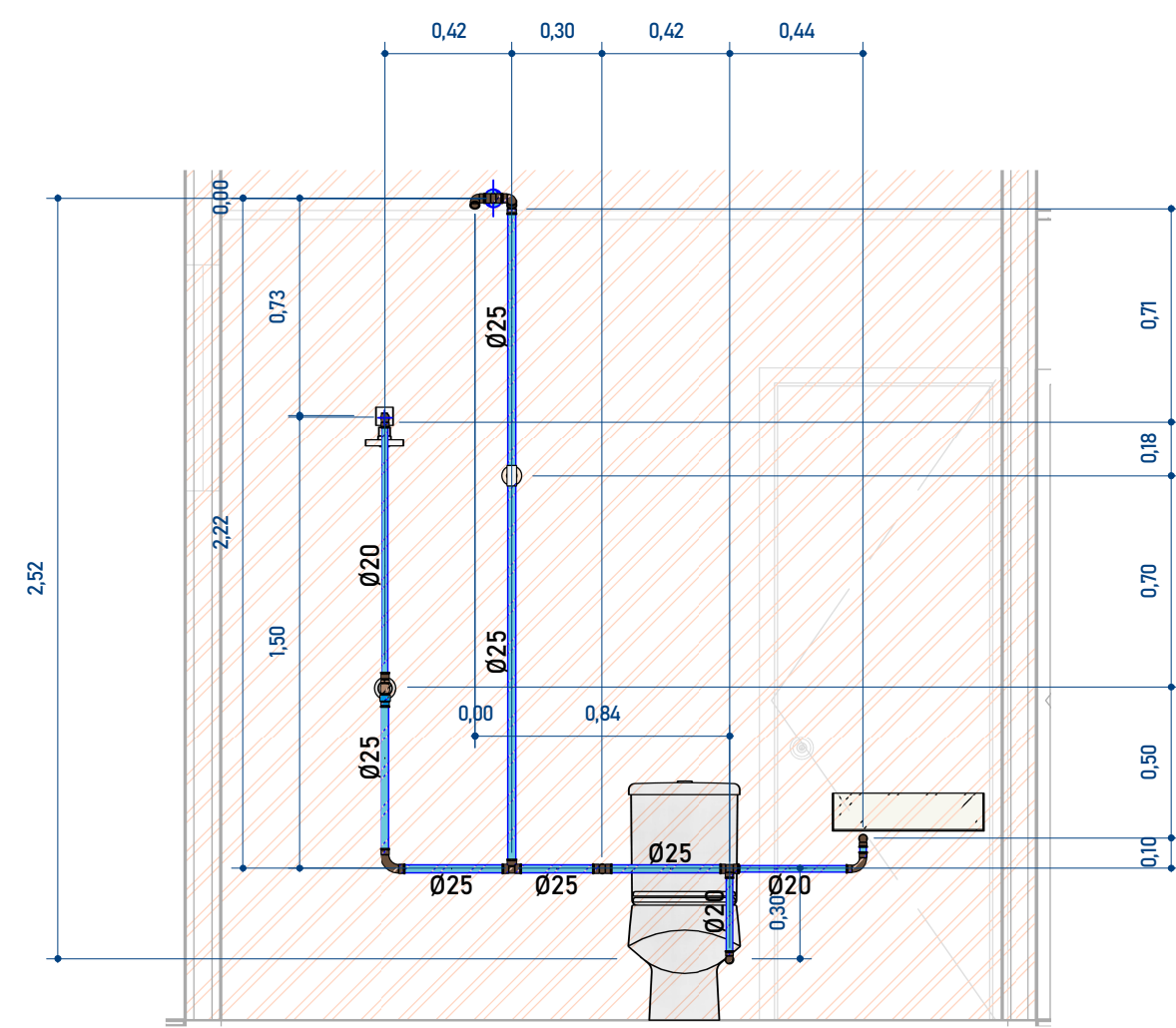


2 ESQUEMA GERAL AF - COBERTURA
1:50

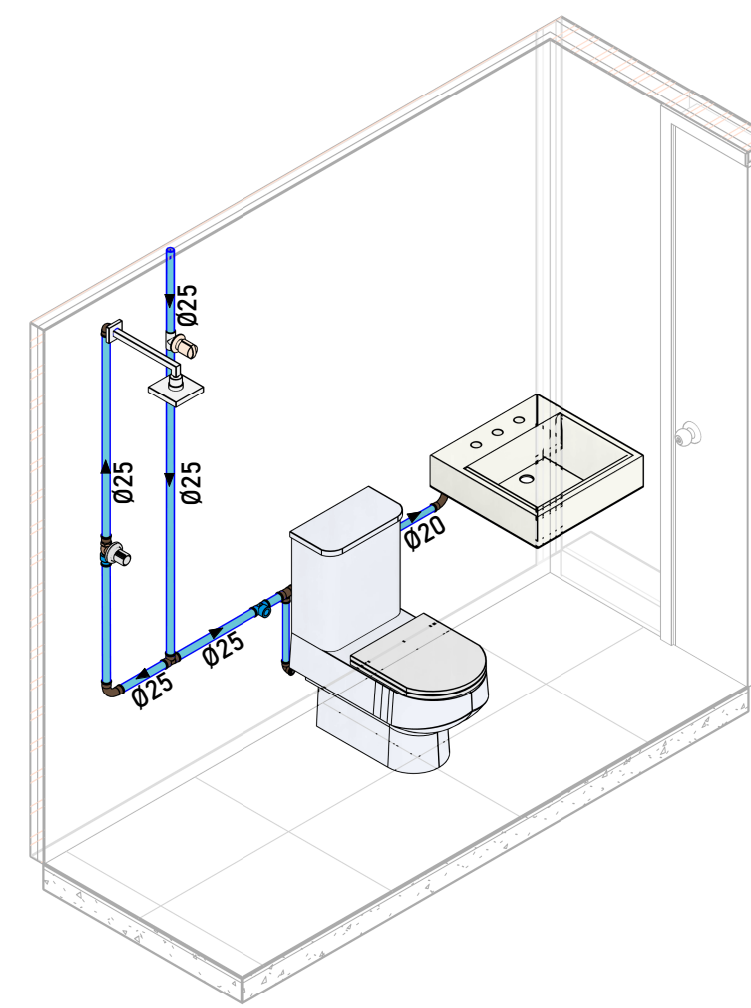
ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
- DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

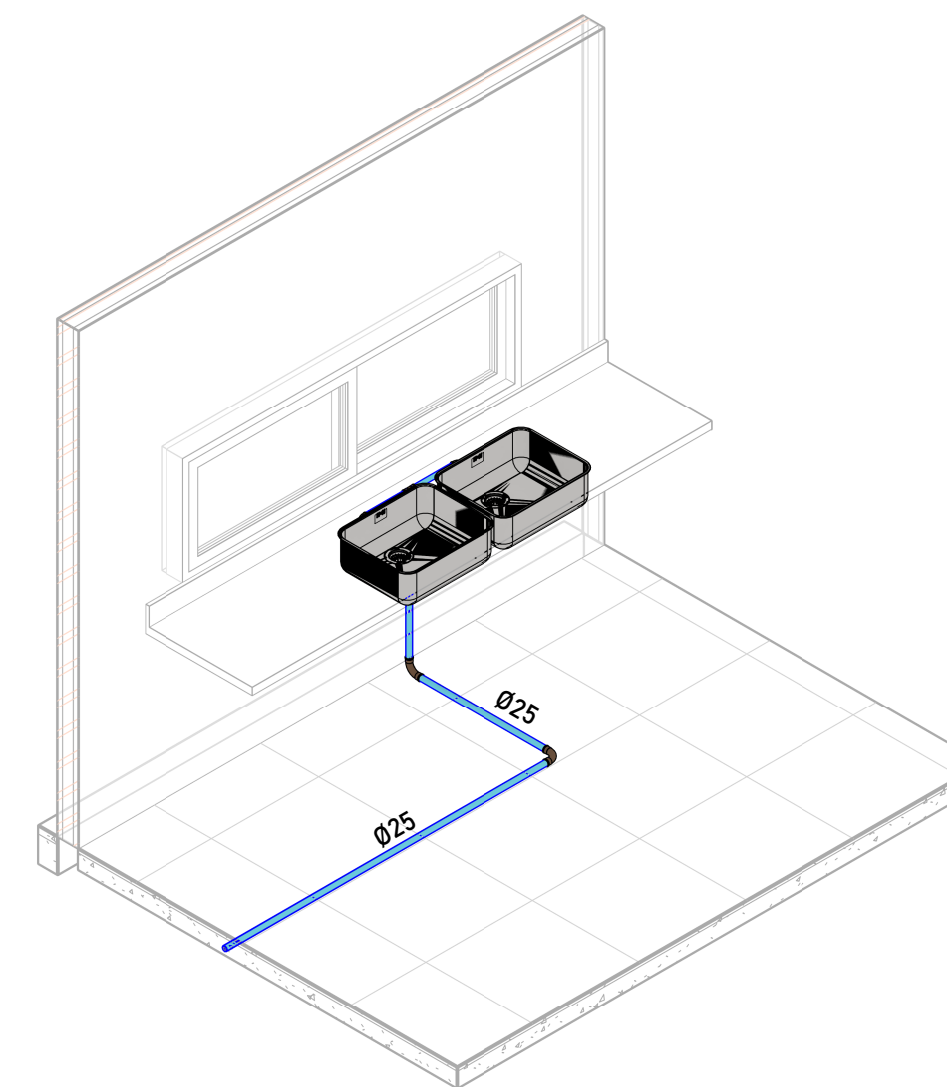
Autor do Projeto:		ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO	
Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO BRASILEIRO			
Assunto: ESQ. GERAL PAV TÉRREO E COBERTURA - ÁGUA FRIA			
Escala:	Data:	Revisão:	Plancha:
Como indicado	Out/2023	01	AF-01



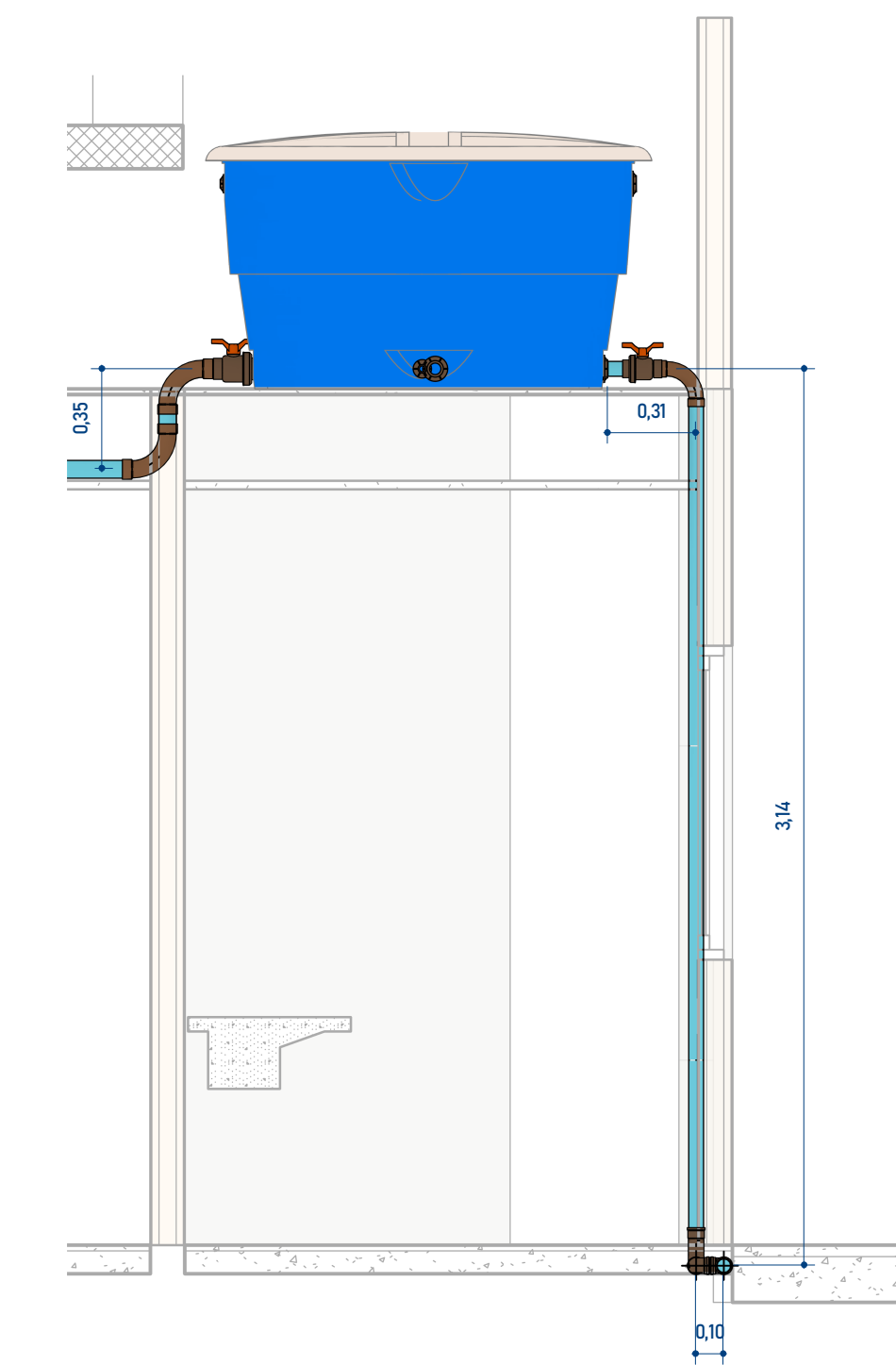
1 VISTA WC. SUÍTE
1:25



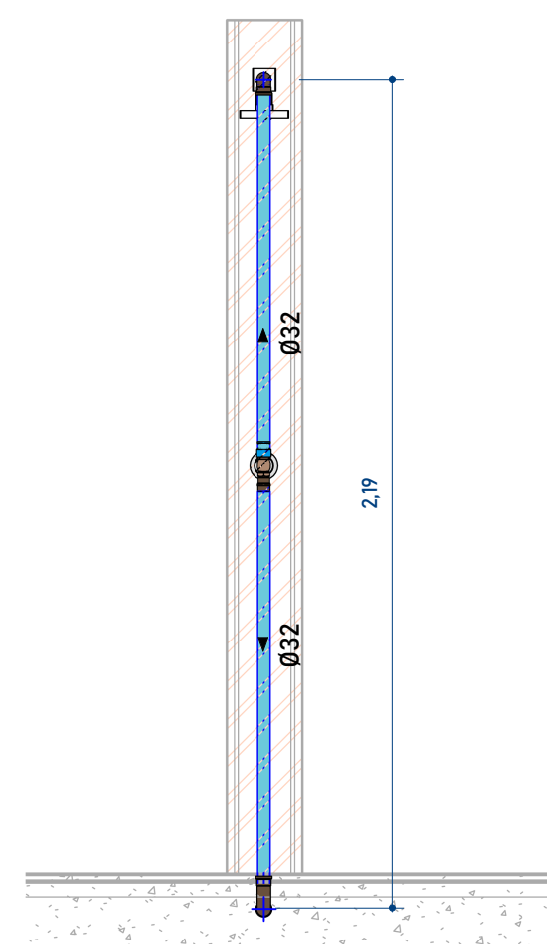
2 ISOMETRIA AF - WC 1 E 2
1:25



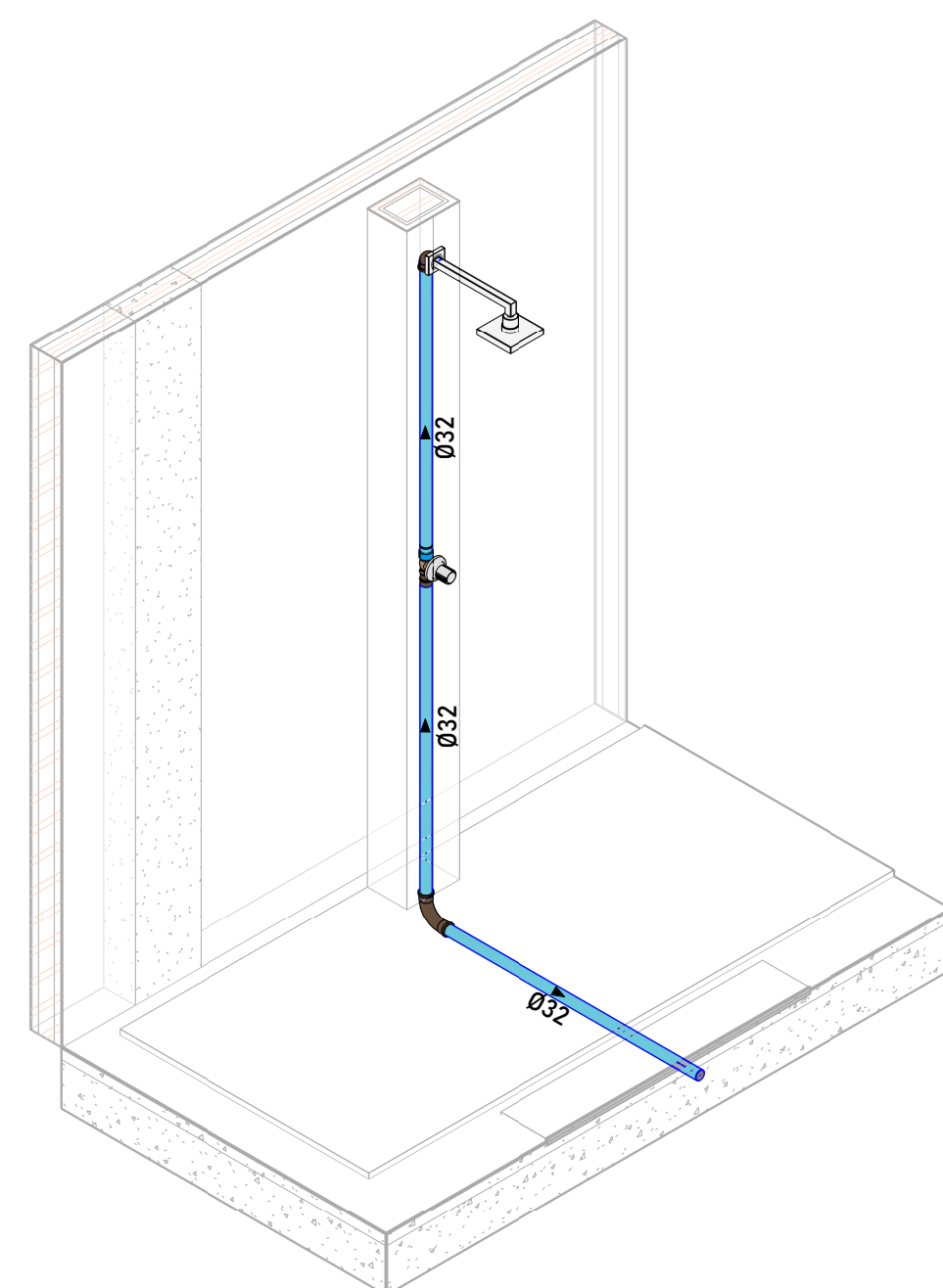
3 ISOMETRIA AF - COZINHA
1:30



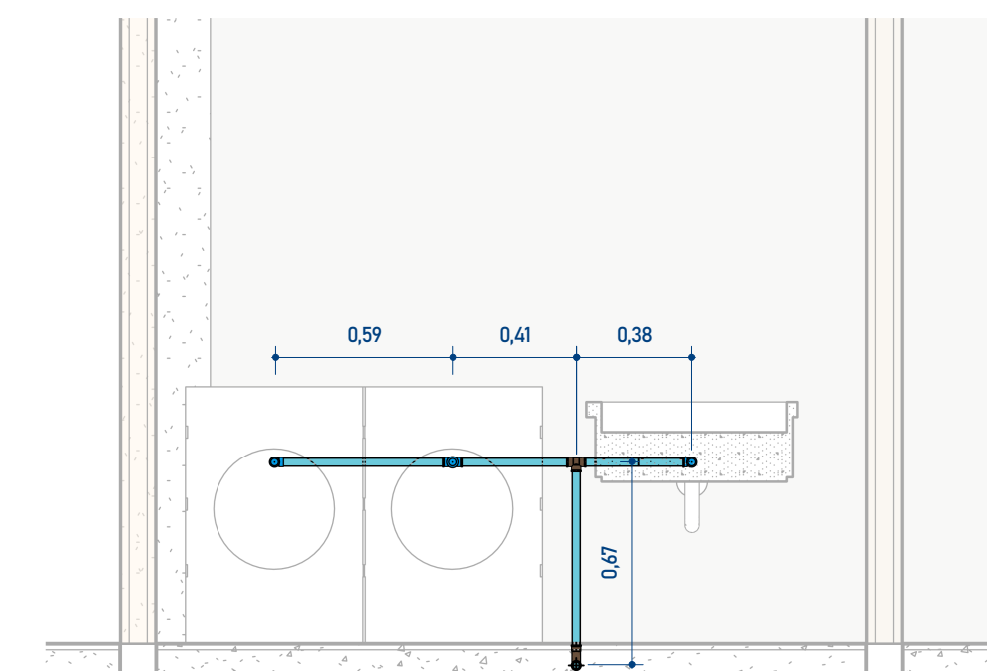
4 VISTA RESERVATÓRIO
1:25



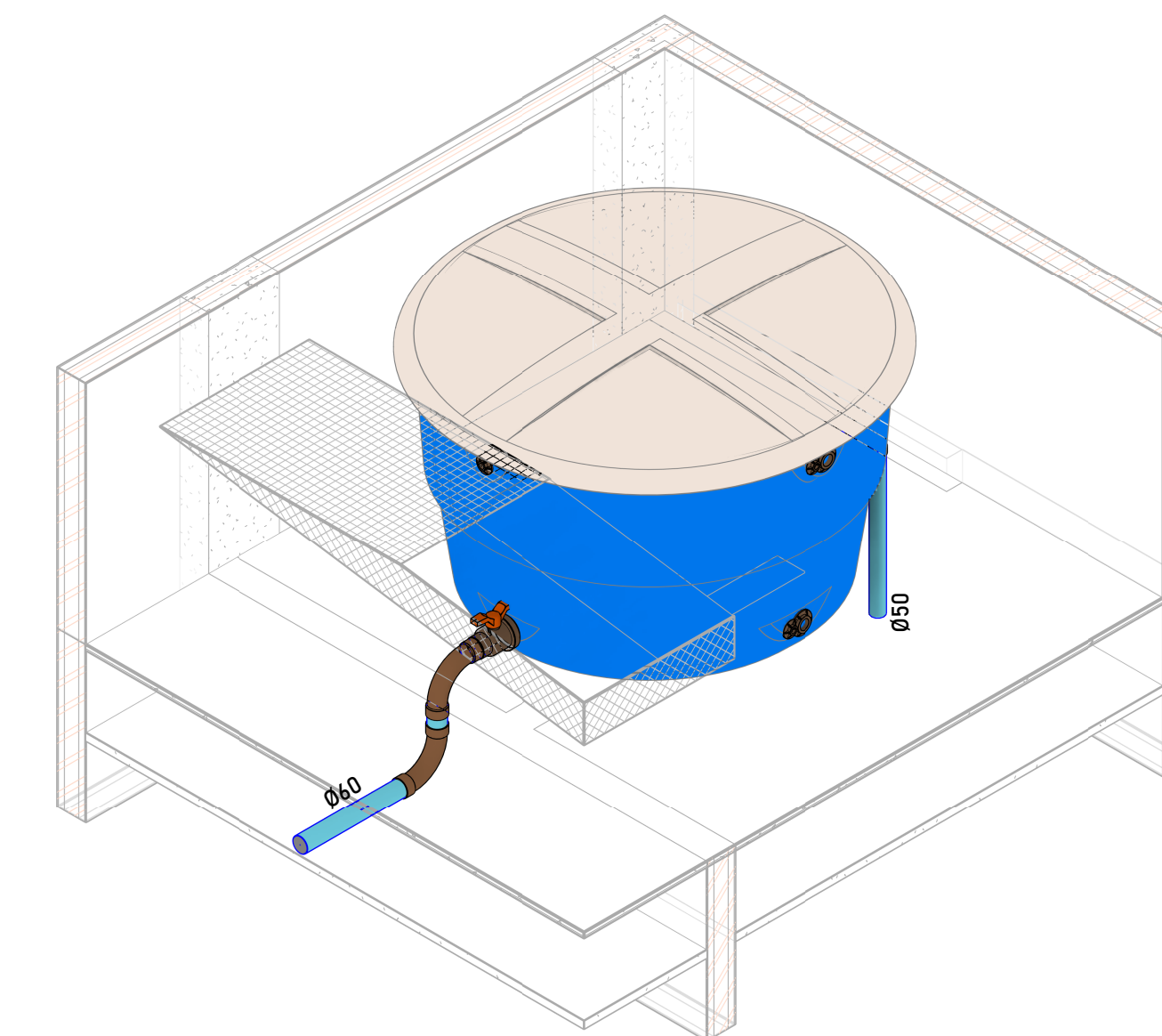
5 VISTA CHUVEIRO ÁREA EXTERNA
1:20



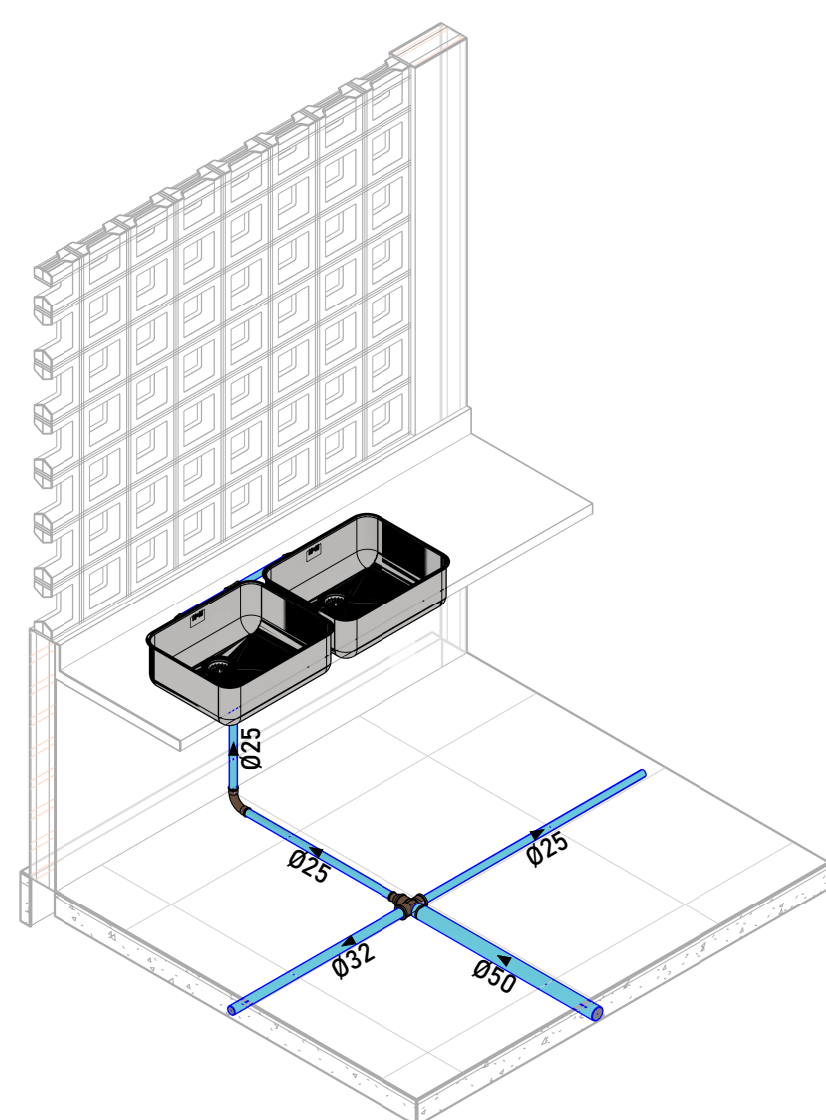
6 ISOMETRIA AF - CHUVEIRO ÁREA EXTERNA
1:25



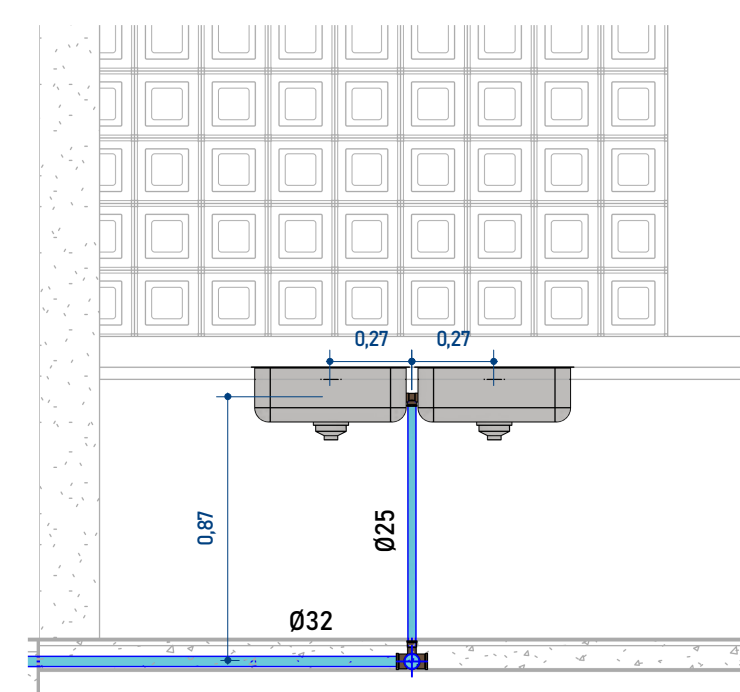
7 LAVANDERIA
1:25



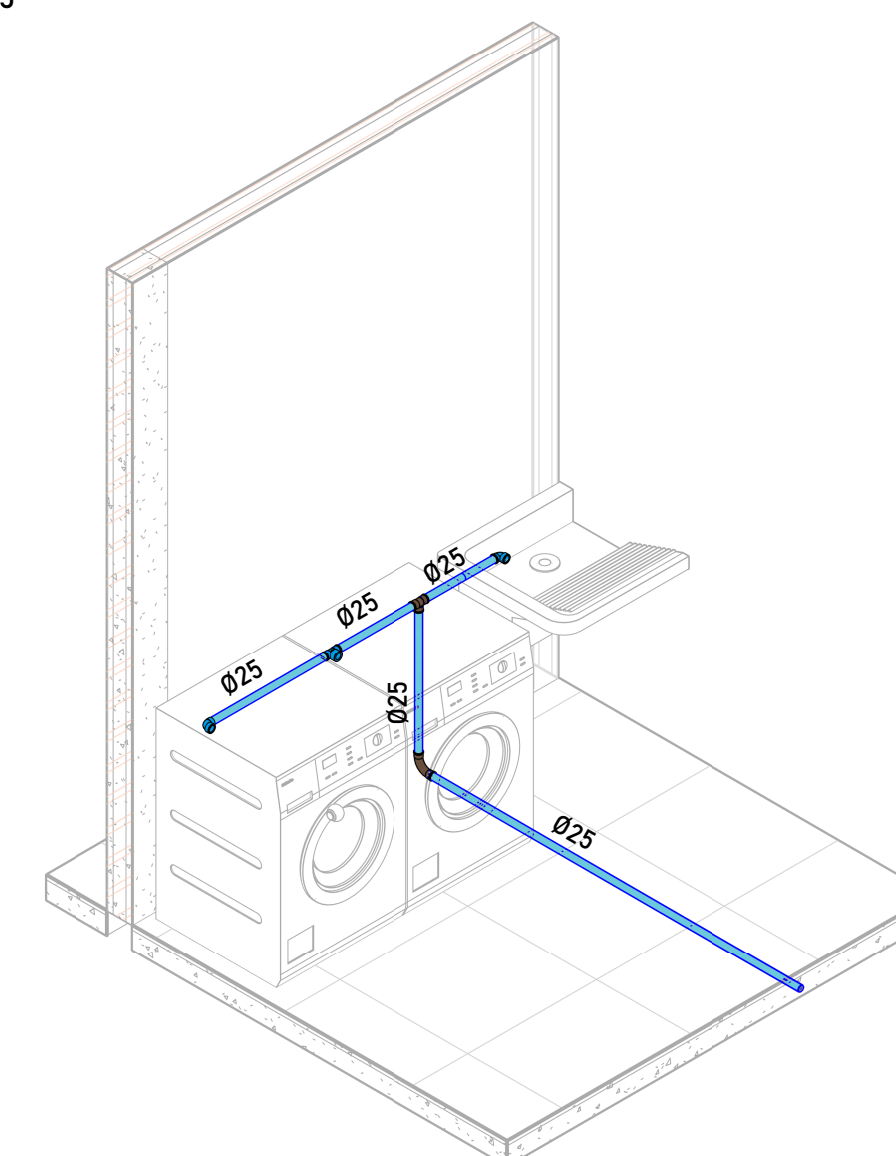
8 ISOMETRIA AF - RESERVATÓRIO
1:20



9 ISOMETRIA AF - ÁREA GOURMET
1:25



10 VISTA PIA DA ÁREA GOURMET
1:25



11 ISOMETRIA AF - LAVANDERIA
1:25

ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
- DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto: ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO BRASILEIRO

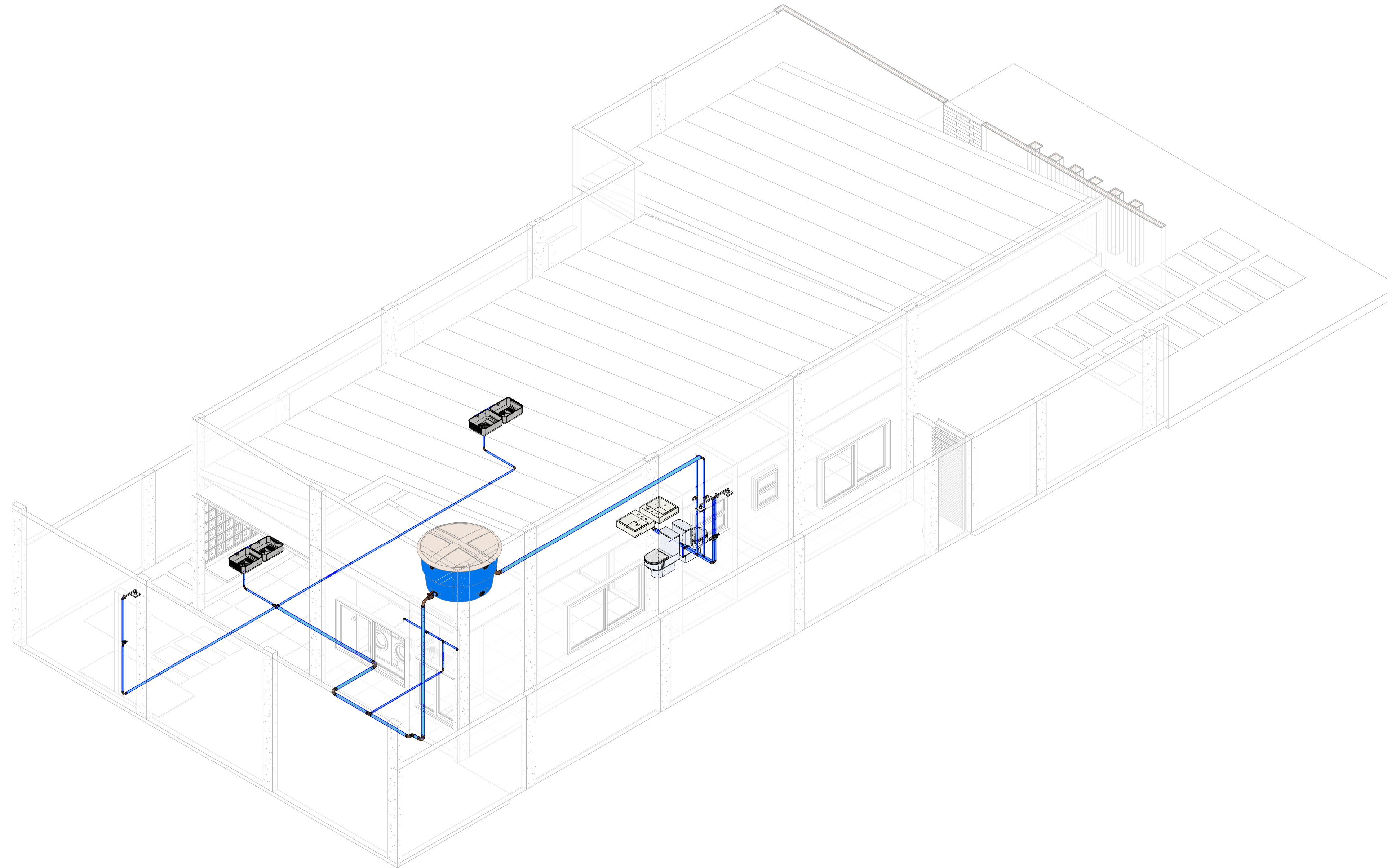
Assunto: VISTAS E DETALHES

Escala: Como indicado

Data: Set/2023

Revisão: 01

Prancha: AF-02

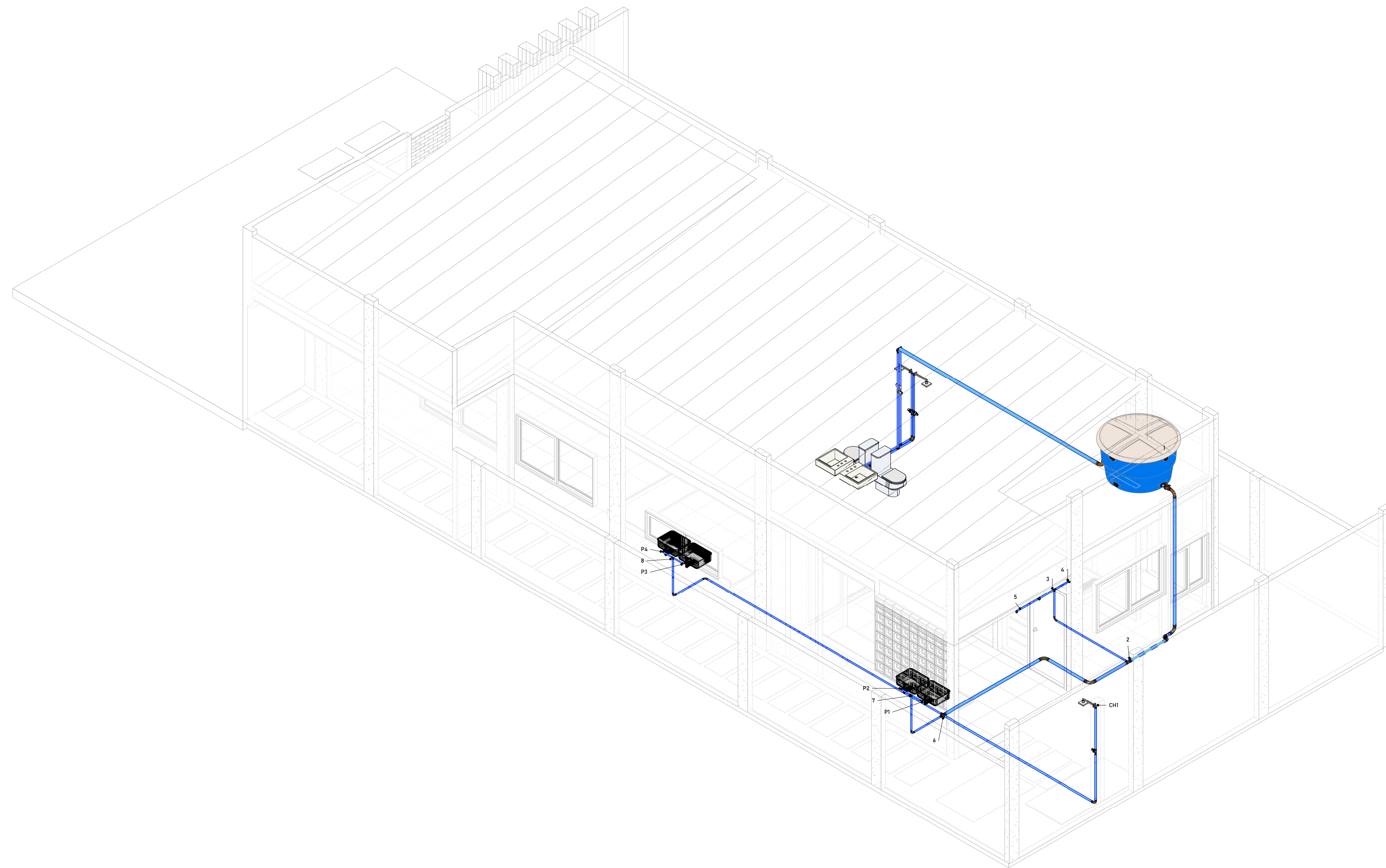


1 ISOMETRIA AF - GERAL

ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
- DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto:		ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO	
Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO BRASILEIRO			
Assunto: ISOMÉTRICO GERAL			
Escala:	Data:	Revisão:	Prancha:
Como indicado	Set/2023	01	AF-03



① TRECHOS LADO A

ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
 - DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto: ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO BRASILEIRO

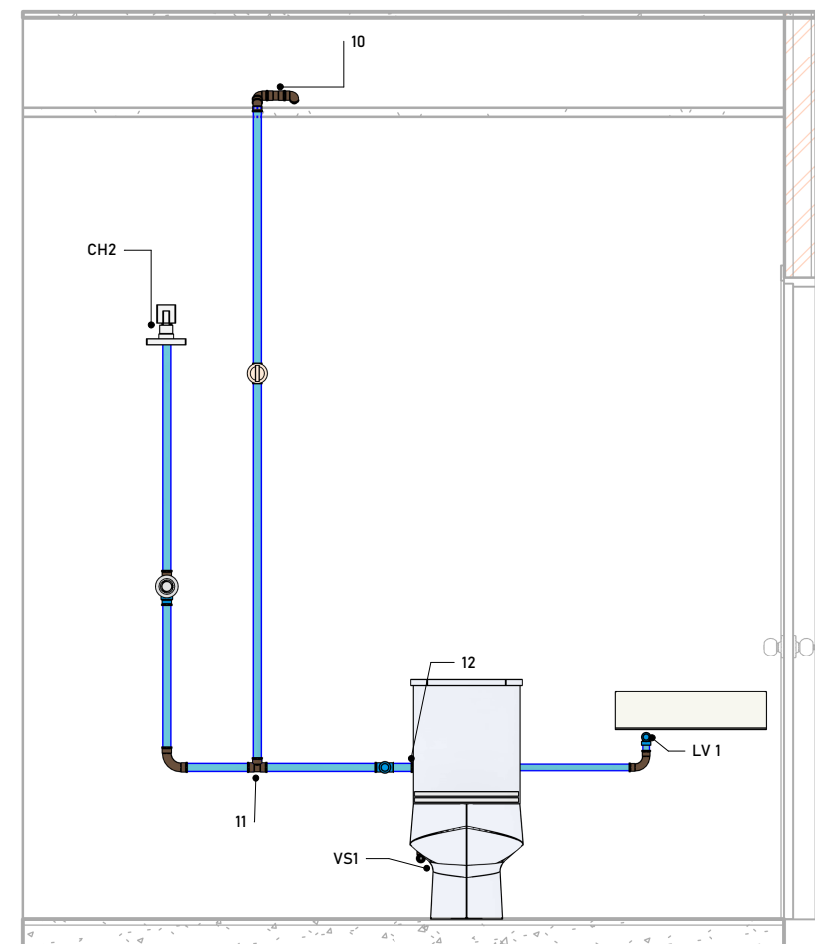
Assunto: TRECHOS DE DIMENSIONAMENTO - LADO A

Escala: Conforme indicado

Data: Set/2023

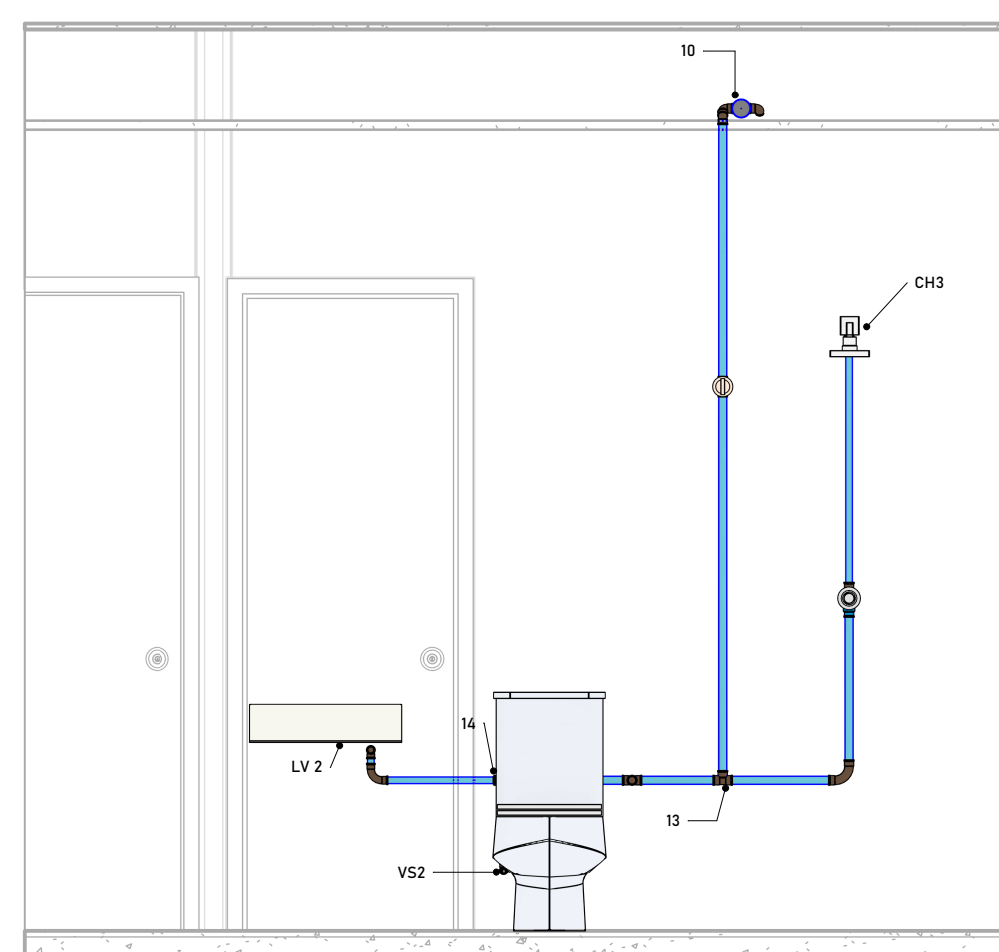
Revisão: 01

Prancha: AF04



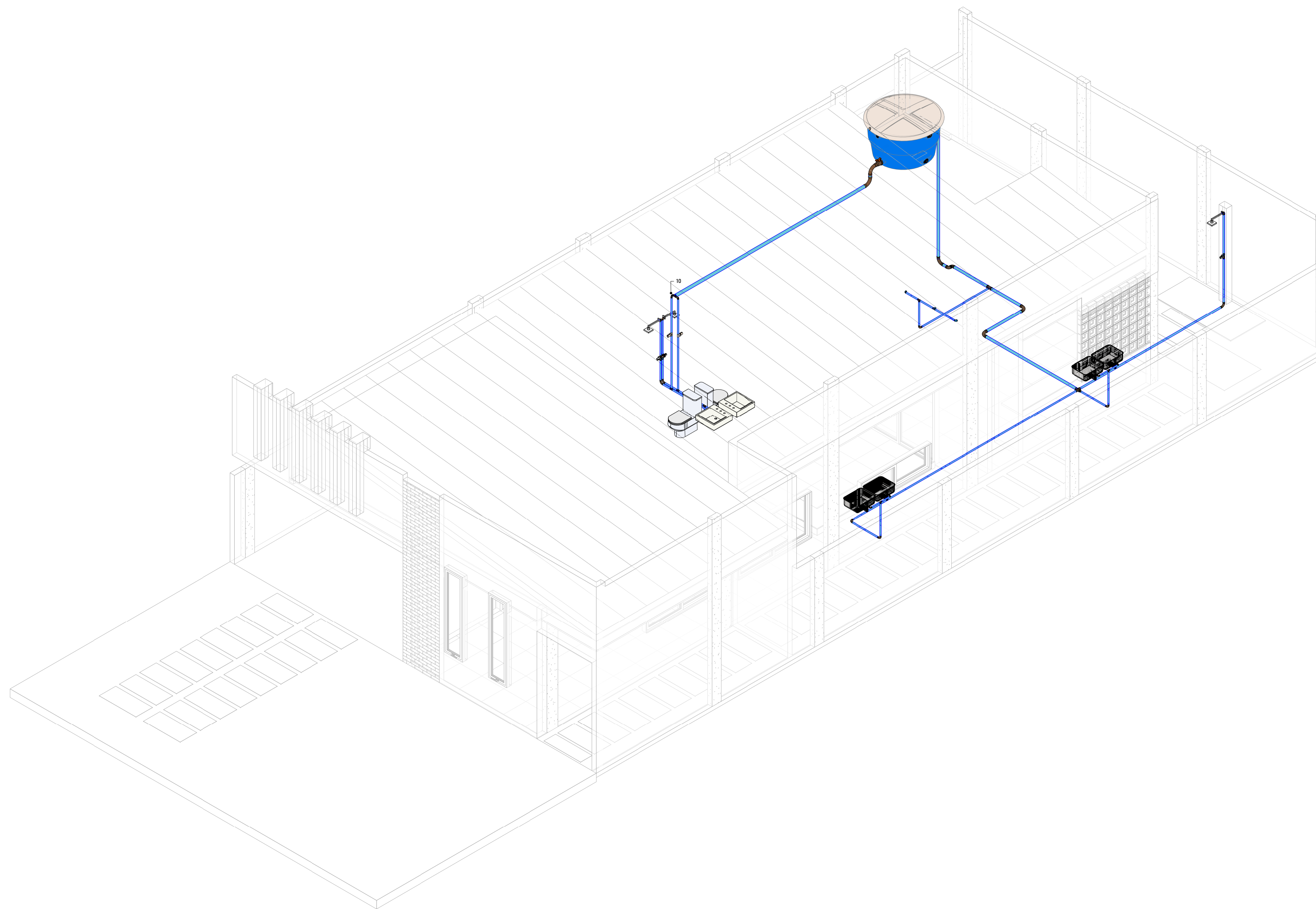
1 TRECHOS BANHEIRO SOCIAL

1:25



2 TRECHOS BANHEIRO SUÍTE

1:25



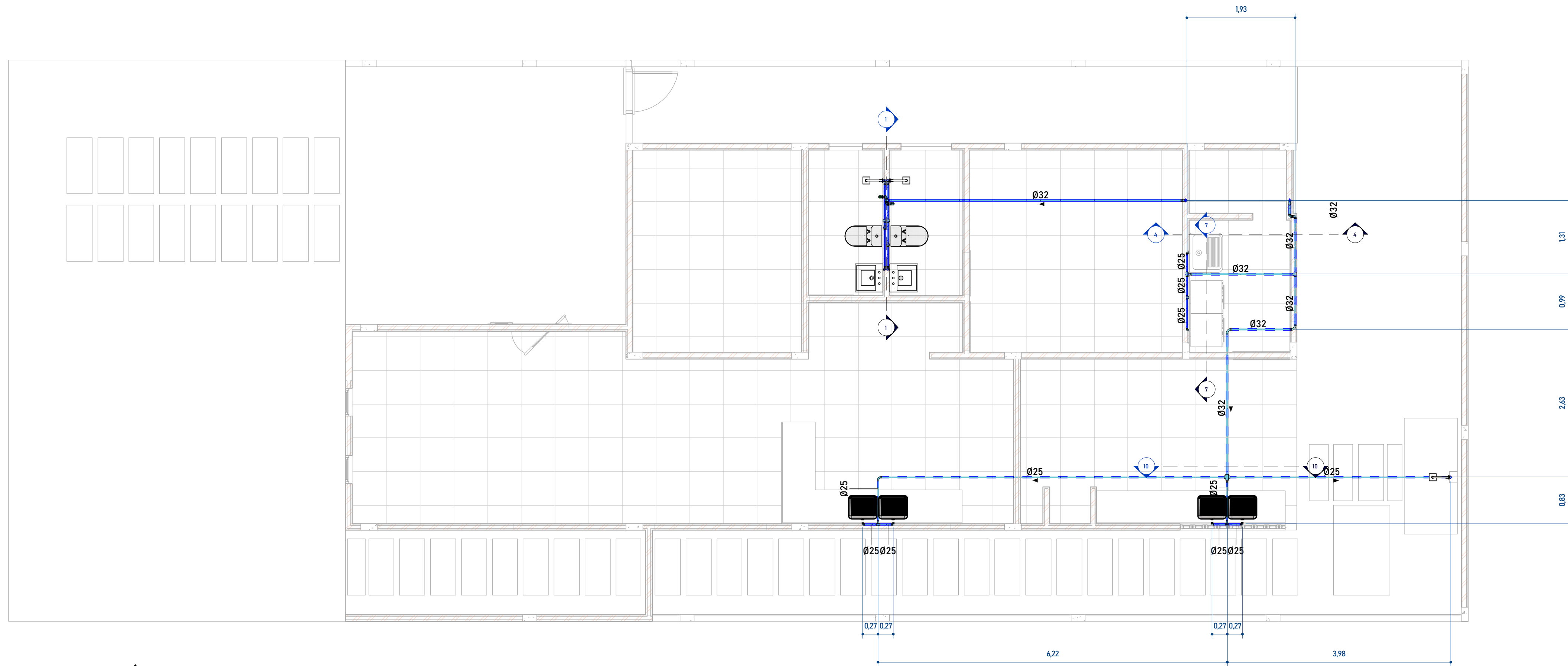
3 TRECHOS LADO B

1:50

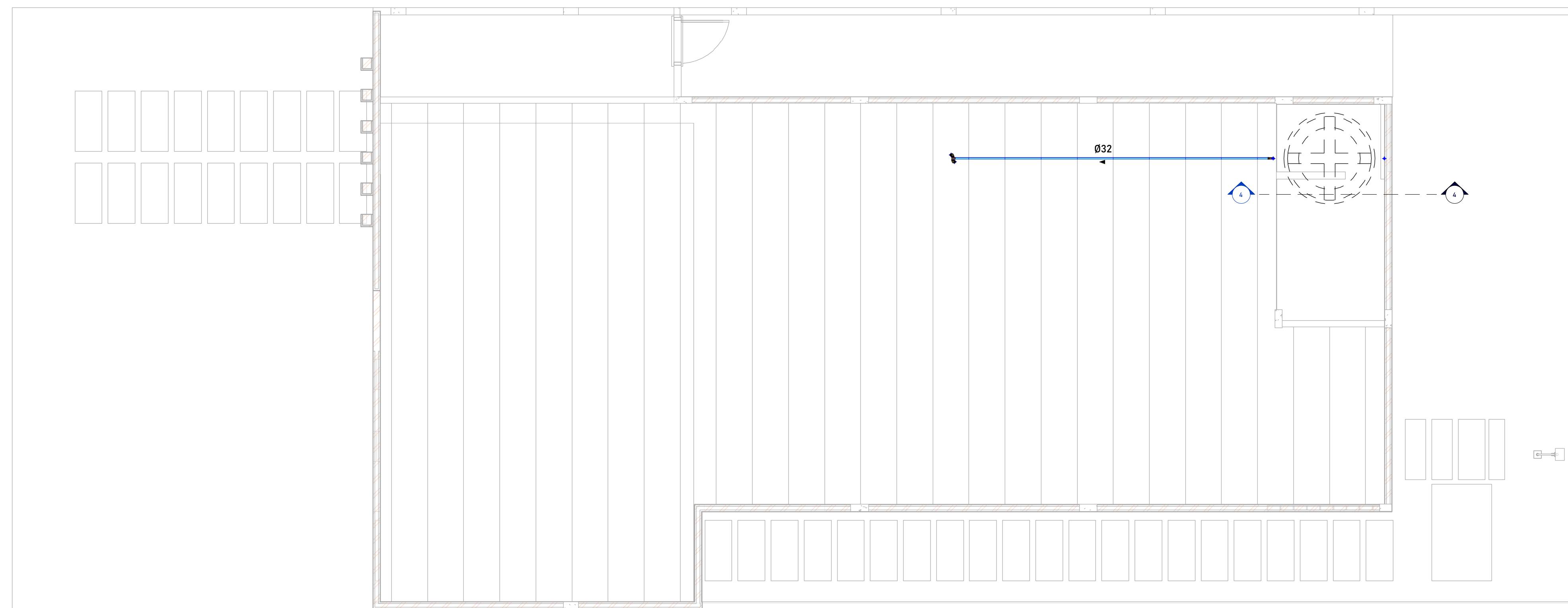
ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
- DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto:		ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO	
Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO BRASILEIRO			
Assunto: TRECHOS DE DIMENSIONAMENTO - LADO B			
Escala:	Data:	Revisão:	Plancha:
Como indicado	Set/2023	01	AF-05



1 ESQUEMA GERAL AF - TÉRREO
1:50



2 ESQUEMA GERAL AF - COBERTURA
1:50

ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
- DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto: ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO PORTUGUÊS

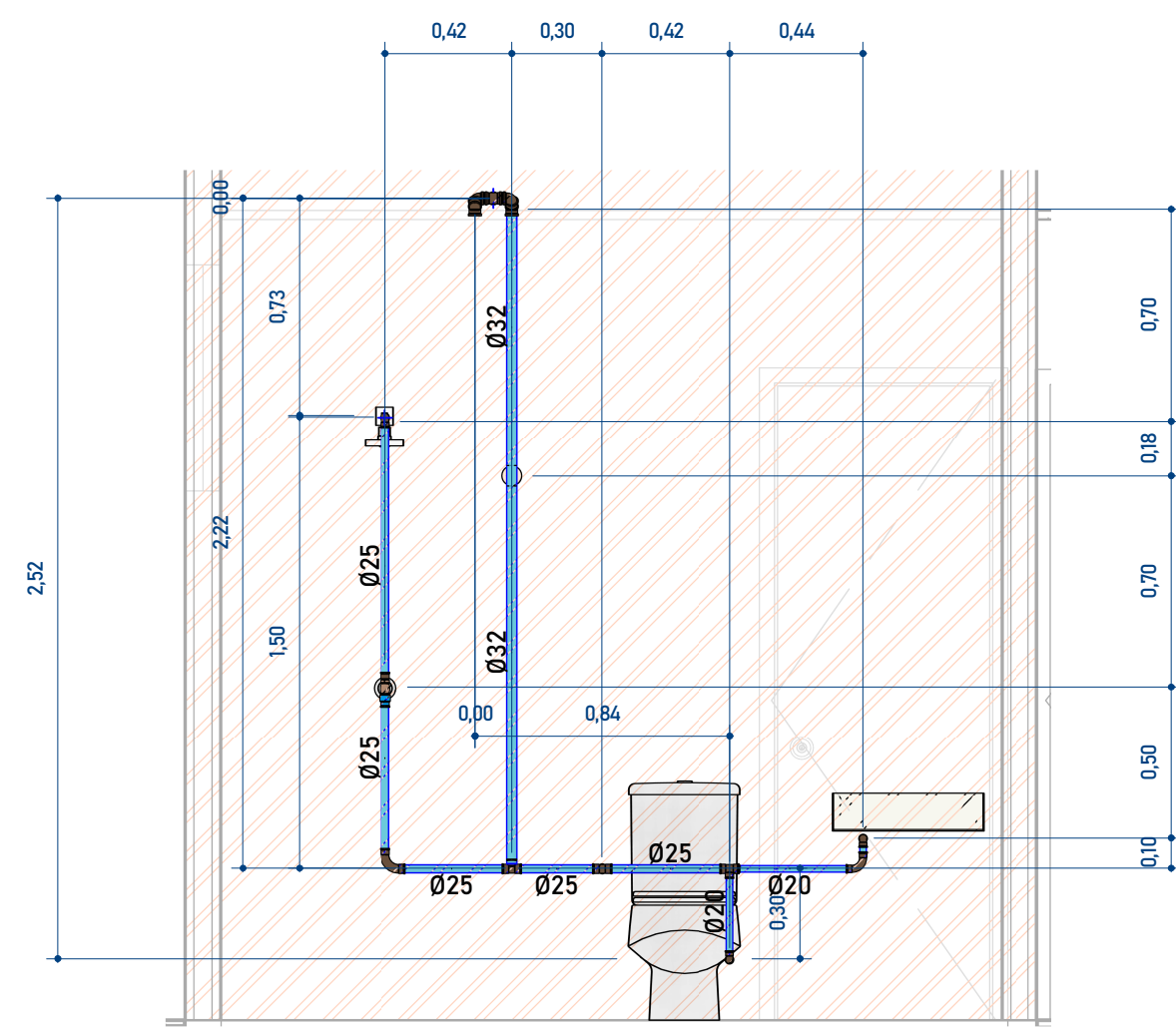
Assunto: ESQ. GERAL PAV TÉRREO E COBERTURA - ÁGUA FRIA

Escala: Como indicado

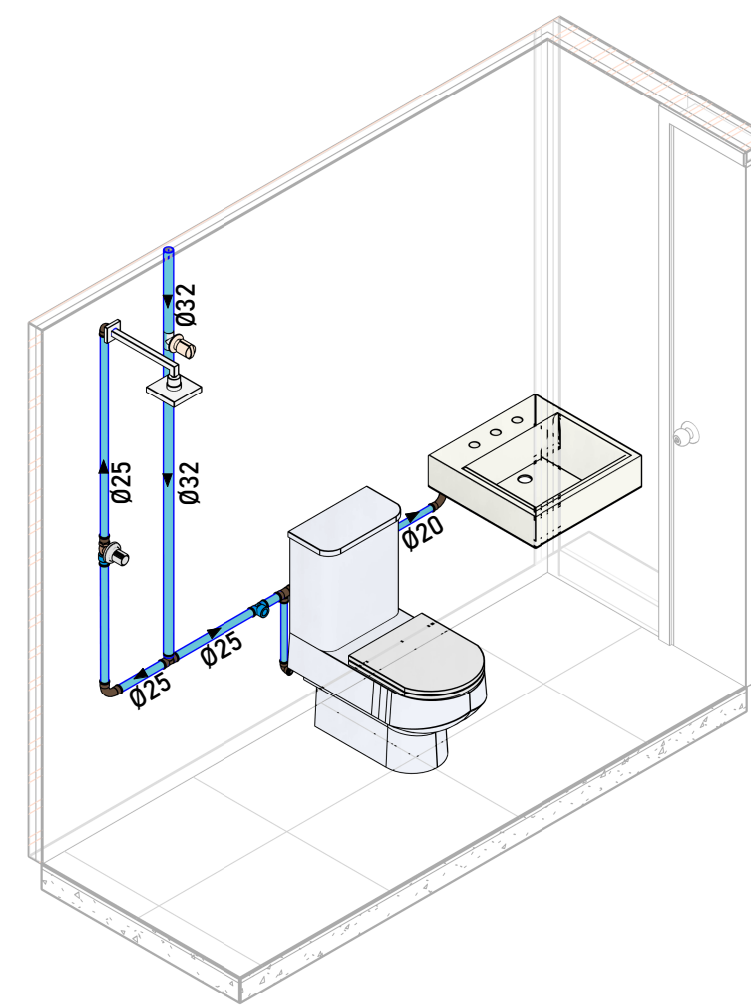
Data: Out/2023

Revisão: 01

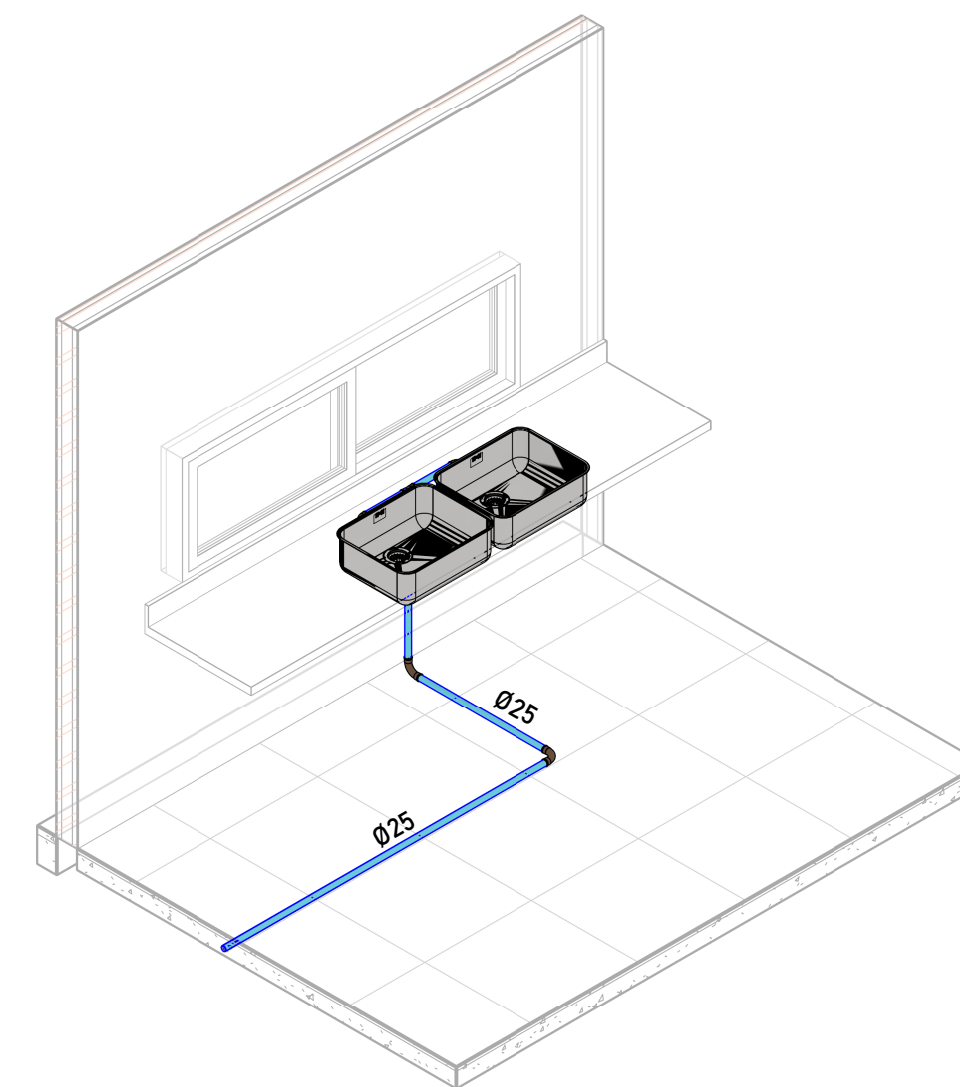
Plancha: AF-01



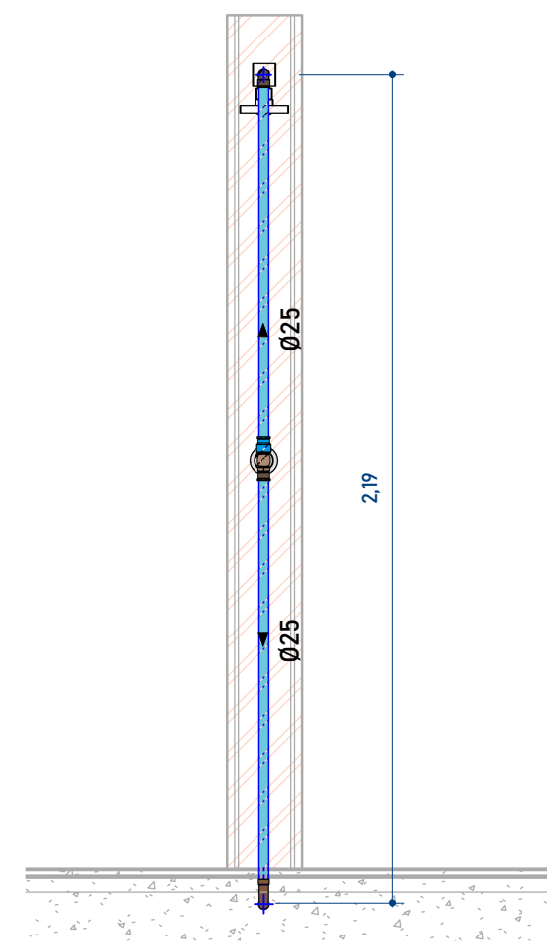
1 VISTA WC. SUÍTE
1:25



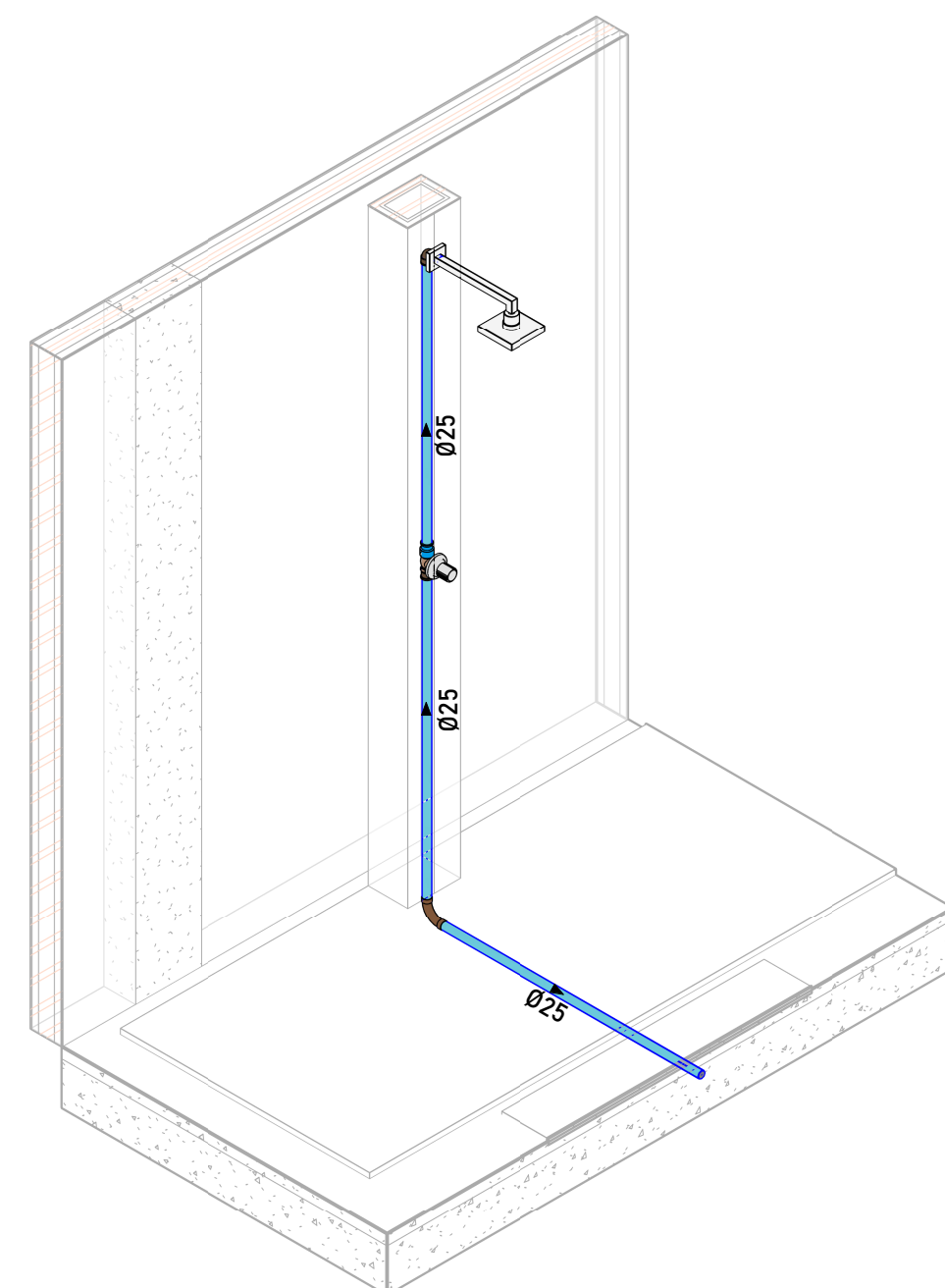
2 ISOMETRIA AF - WC 1 E 2
1:25



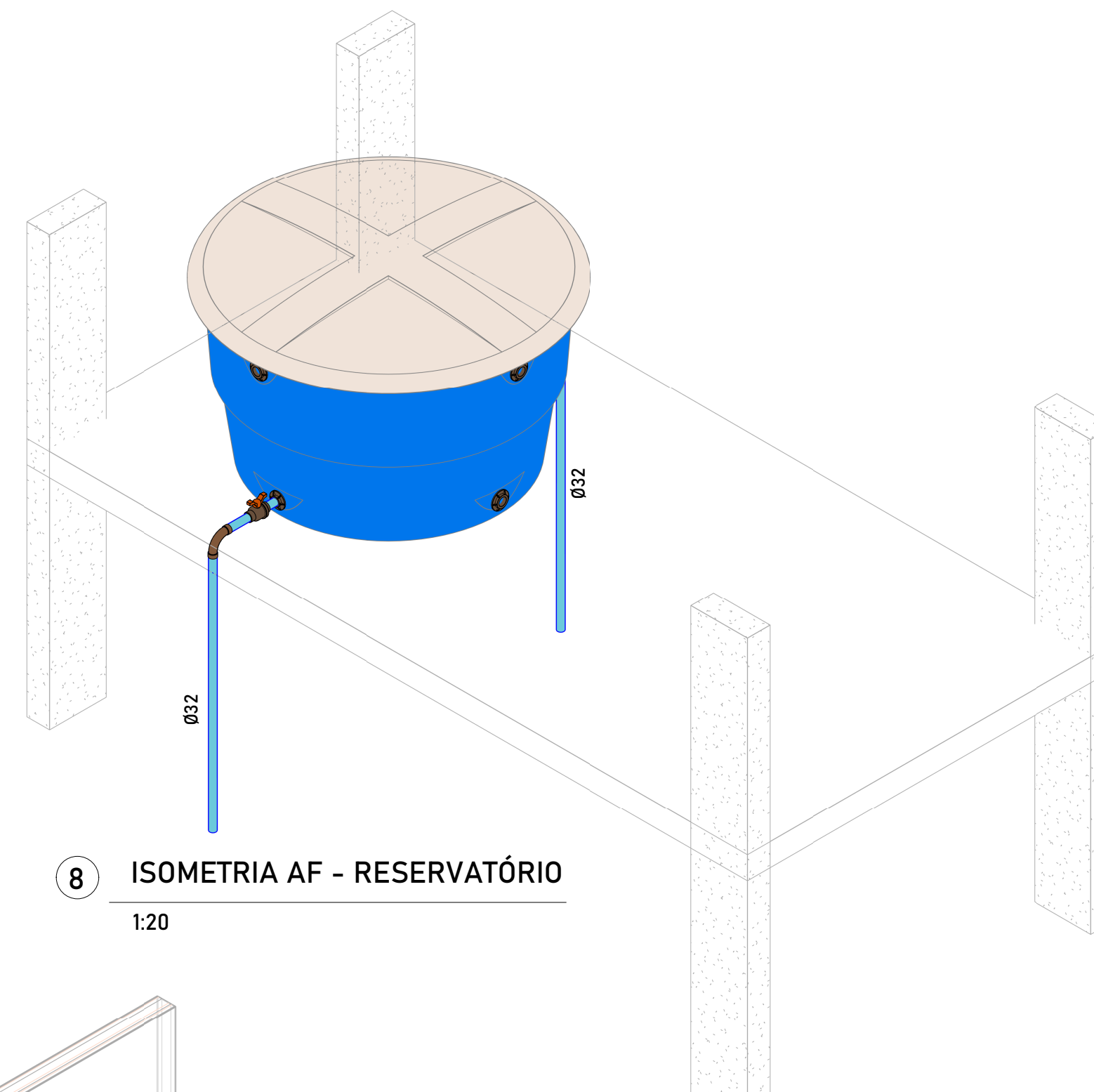
3 ISOMETRIA AF - COZINHA
1:30



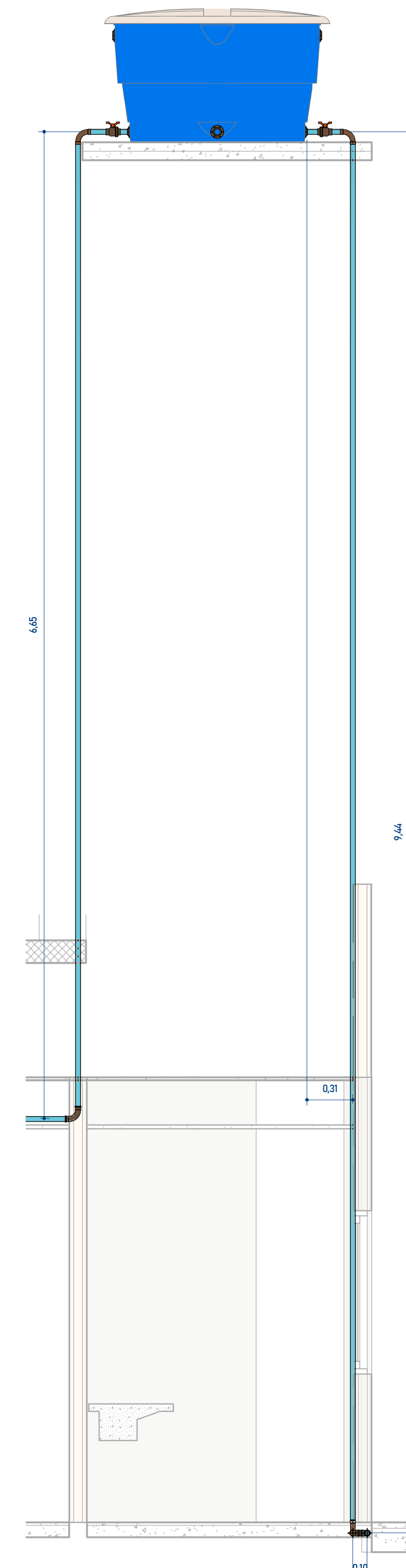
5 VISTA CHUVEIRO ÁREA EXTERNA
1:20



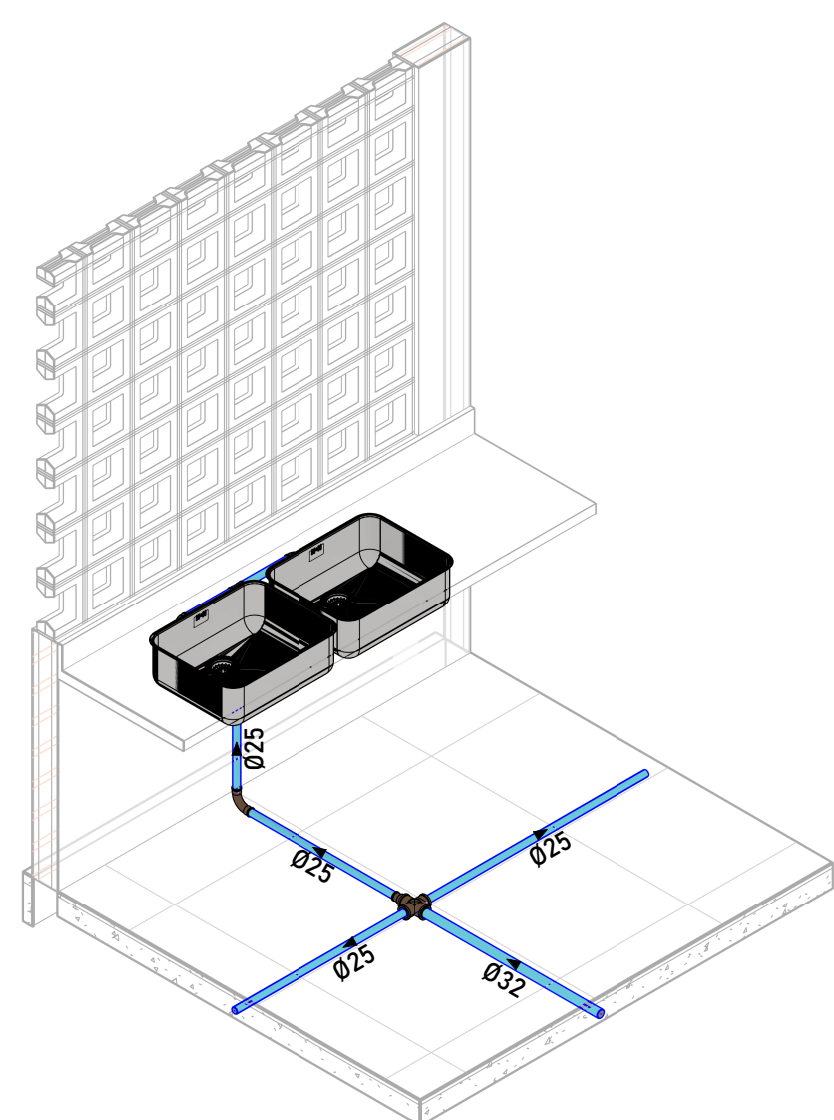
6 ISOMETRIA AF - CHUVEIRO ÁREA EXTERNA
1:25



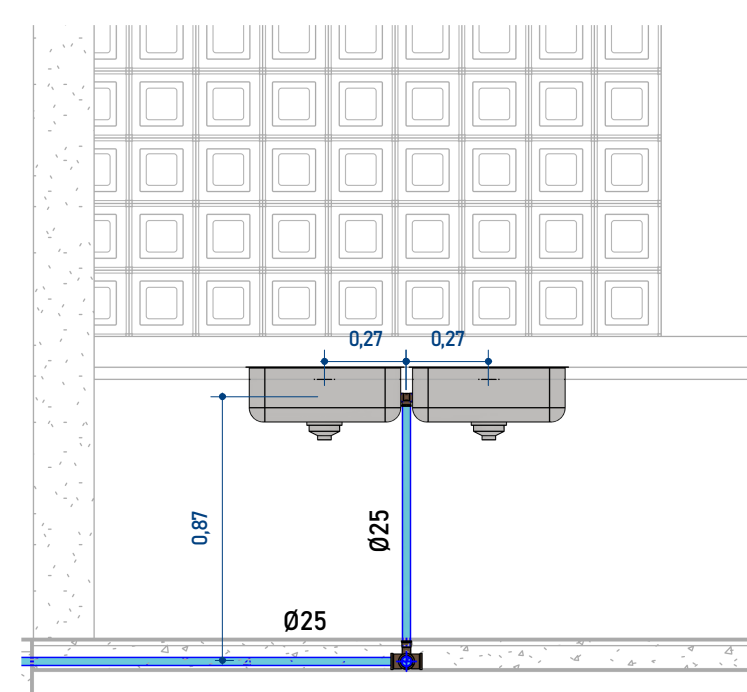
8 ISOMETRIA AF - RESERVATÓRIO
1:20



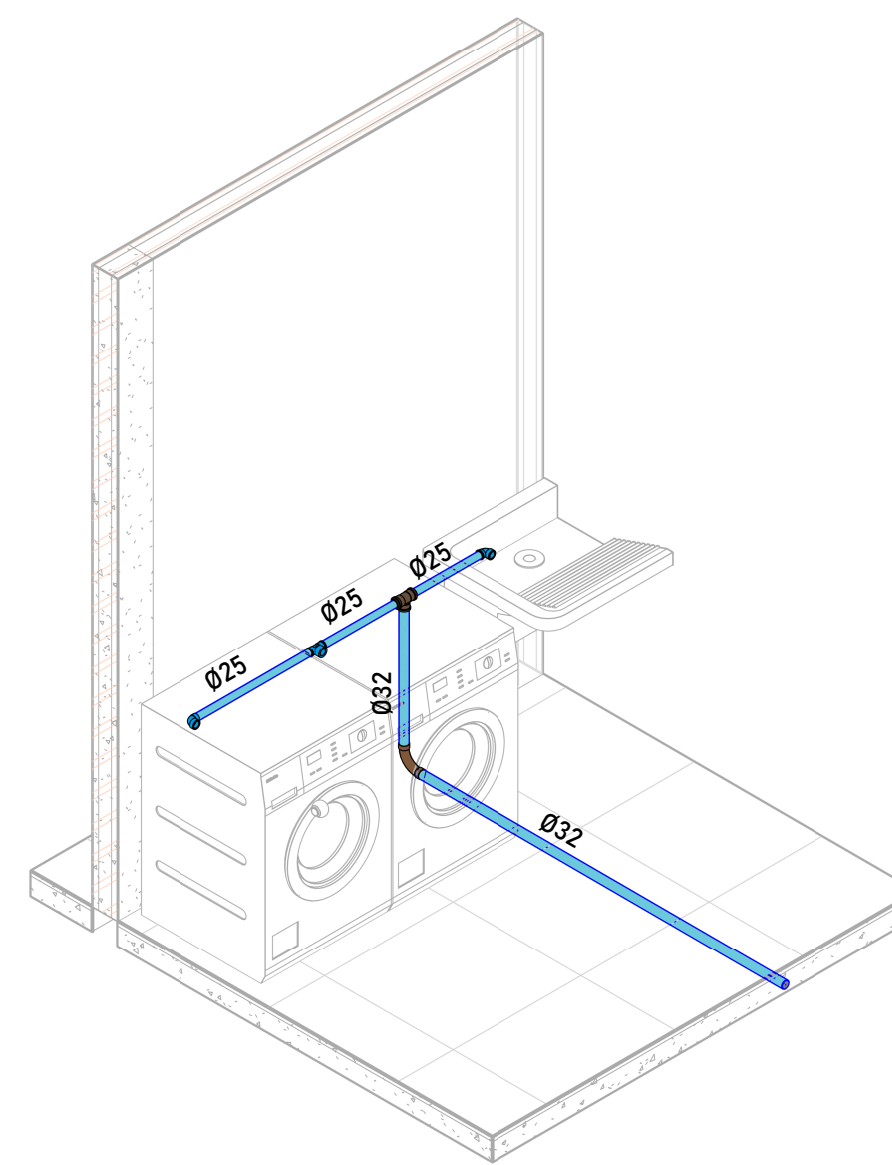
4 VISTA RESERVATÓRIO
1:25



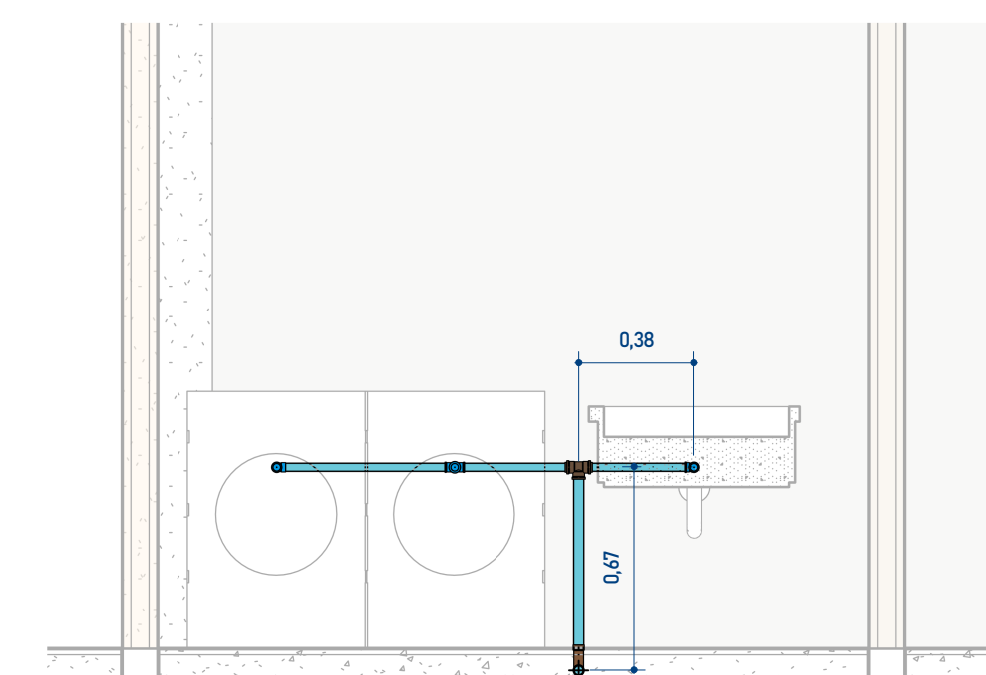
9 ISOMETRIA AF - ÁREA GOURMET
1:25



10 VISTA PIA DA ÁREA GOURMET
1:25



11 ISOMETRIA AF - LAVANDERIA
1:25



7 LAVANDERIA
1:25

ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
- DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto: ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO PORTUGUÊS

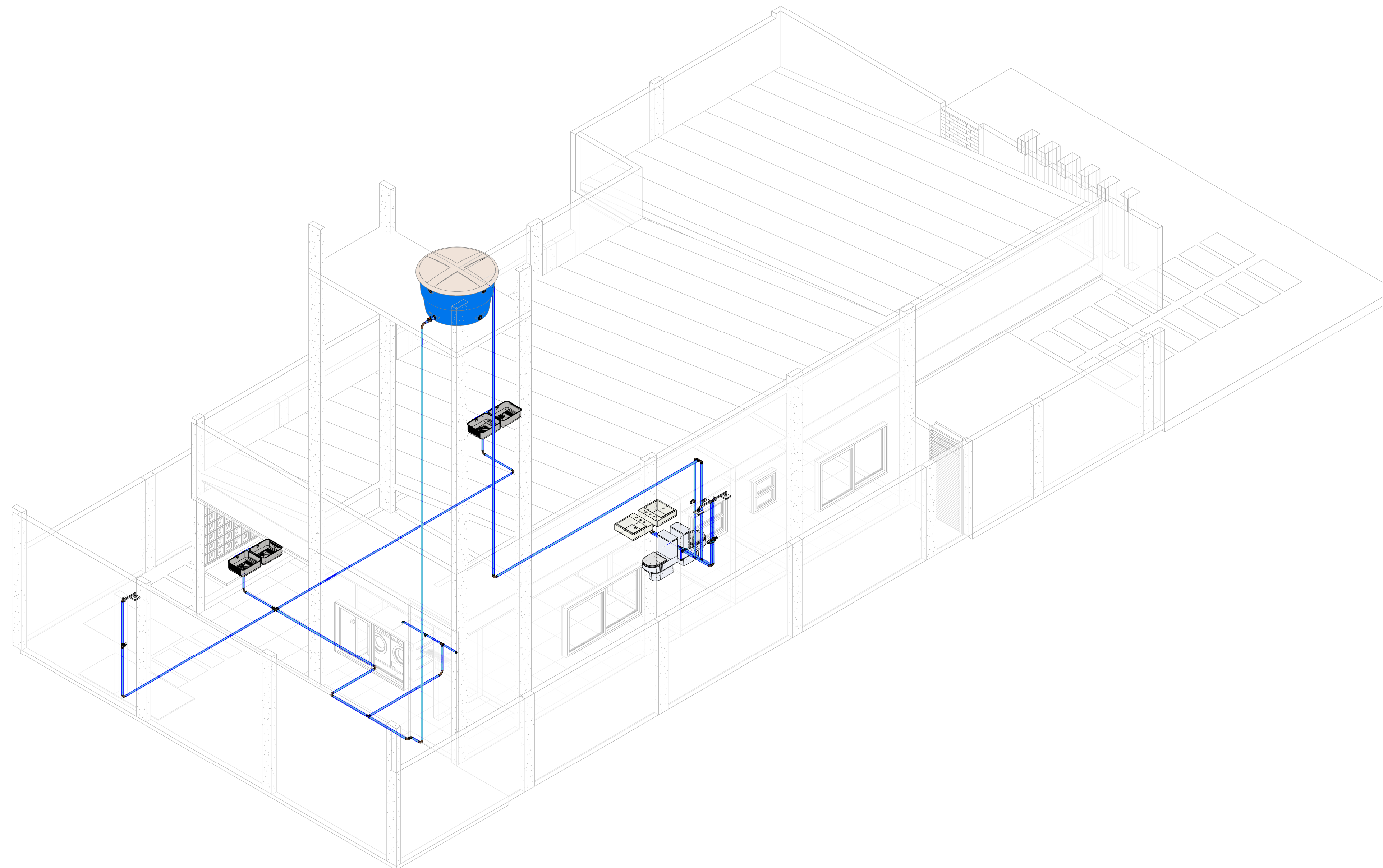
Assunto: VISTAS E DETALHES

Escala: Como indicado

Data: Set/2023

Revisão: 01

Prancha: AF-02

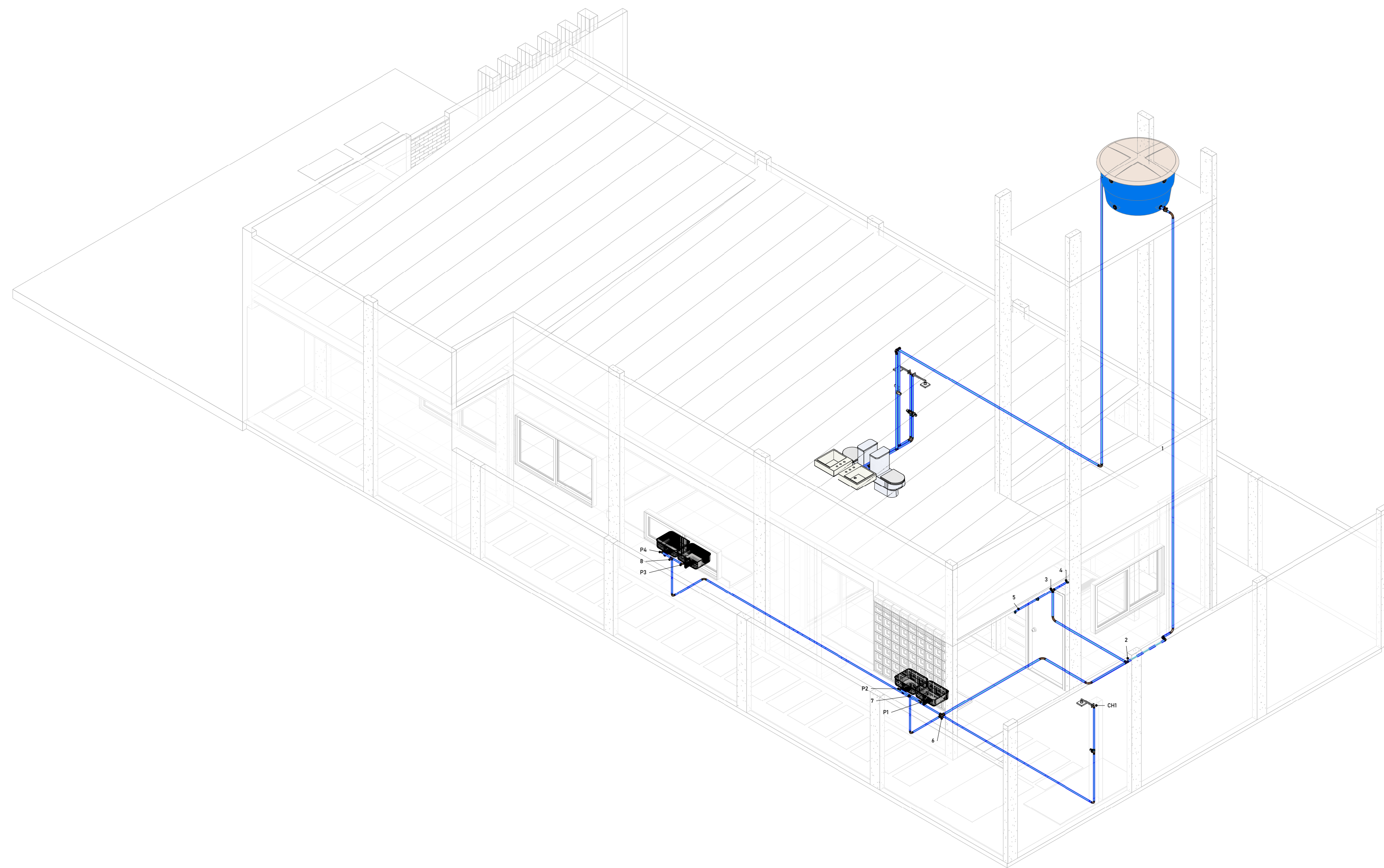


1 ISOMETRIA AF - GERAL
1:50

ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
- DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto:		ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO	
Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO PORTUGUÊS			
Assunto: ISOMÉTRICO GERAL			
Prancha:	Data: Set/2023		Revisão: 01
			AF-03



1 TRECHOS LADO A

1:50

ÍTEM	ALTURA
RG	1,80 m
RP	1,20 m
LV	0,60 m
VS	0,20 m
DC	0,30 m
CH	2,10 m
BAN	0,40 m
CH	2,10 m
PIA	0,60 m

NOTA:
 - DIÂMETROS EM mm, DIMENSÕES EM m, EXCETO ONDE INDICADO.

Autor do Projeto: ISABELLA DO SOCORRO NEVES MERGULHÃO

Título: INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS - DIMENSIONAMENTO PORTUGUÊS

Assunto: TRECHOS DE DIMENSIONAMENTO - LADO A

Escala: Como indicado

Data: Set/2023

Revisão: 01

Prancha: AF04