

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE ENGENHARIAS, CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

MARIANA CAPRIGLIONI CANCIAN

Estudo para reúso direto residencial e unifamiliar de águas cinzas para fins não
potáveis

PONTA GROSSA
2024

MARIANA CAPRIGLIONI CANCIAN

ESTUDO PARA REÚSO DIRETO RESIDENCIAL E UNIFAMILIAR DE ÁGUAS
CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para a obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil pela
Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Maria Magdalena
Ribas Döll

PONTA GROSSA

2024

MARIANA CAPRIGLIONI CANCIAN

ESTUDO PARA REÚSO DIRETO RESIDENCIAL E UNIFAMILIAR DE ÁGUAS
CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Maria Magdalena Ribas Döll

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dra. Eloise Aparecida Langaro

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof. Dr. Guilherme Araújo Vuitik

Departamento de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Ponta Grossa, 30 de Outubro de 2024

RESUMO

CANCIAN, M. **Estudo para reúso direto residencial e unifamiliar de águas cinzas para fins não potáveis**. Orientador: Maria Magdalena Ribas Döll. Ponta Grossa, 2024. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2024.

Com o crescimento populacional, a disponibilidade de água per capita para consumo humano vem diminuindo. Nesse cenário, é essencial promover práticas, programas e políticas voltadas à preservação da água. O reúso de águas cinzas é uma solução eficiente para enfrentar problemas de disponibilidade hídrica. Além de reduzir o consumo de água potável, essa prática também ajuda a proteger os recursos hídricos naturais. Este estudo se torna especialmente relevante diante das NBR 16873 e 16872, publicadas em 2019, que regulamentam o reúso de água em edificações, e da Resolução N°122, emitida em 2023 pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, que define diretrizes e critérios para o reúso de água no estado do Paraná. A pesquisa envolveu uma revisão bibliográfica de materiais técnicos e científicos sobre a implementação de sistemas de reúso de águas cinzas residenciais para usos não potáveis. Após a filtragem analítica do acervo disponível nas bases de dados consultadas, foram selecionadas sete publicações para estudo minucioso neste trabalho. Sequencialmente, foi realizado um estudo de caso sobre o uso de águas cinzas provenientes da máquina de lavar roupa e do chuveiro para abastecimento das bacias sanitárias em uma residência unifamiliar de 4 moradores. Foram elaborados dois projetos: um com o sistema convencional de instalações prediais e outro com a inclusão do sistema de reúso de águas cinzas. Isso permitiu a análise das diferenças na aplicação e nos custos de ambos os projetos. Como resultados, estimou-se que a oferta de águas cinzas seria de 364,8 L.d-1 na residência unifamiliar, enquanto a demanda interna para uso nas bacias sanitárias seria de 132 L.d-1. Dessa forma, haveria uma quantidade excedente de água para reúso que poderia ser disponibilizada para irrigação de jardim ou para lavagem de pisos externos. Para o tratamento, optou-se por uma Estação de Tratamento de Águas cinzas (ETAC) compacta comercial, escolhida pela facilidade de instalação, manutenção e menor ocupação de espaço. O sistema de reúso apresentou um custo adicional de R\$ 6.228,79 em comparação ao sistema convencional. Para o projeto elaborado, estima-se que o sistema de reúso proporcionaria uma economia mensal de R\$ 63,37, totalizando R\$ 760,49 por ano, com um tempo de retorno estimado de 8 anos e 2 meses.

PALAVRAS-CHAVE: água cinza; esgoto doméstico; sustentabilidade.

ABSTRACT

CANCIAN, M. **Study for direct residential and single-family reuse of greywater for non-potable purposes**. Advisor: Maria Magdalena Ribas Döll. Ponta Grossa, 2024. Course Completion Paper - State University of Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2024.

With population growth, the availability of per capita water for human consumption has been decreasing. In this scenario, it is essential to promote practices, programs, and policies aimed at water conservation. The reuse of greywater is an efficient solution to address water availability issues. In addition to reducing potable water consumption, this practice also helps protect natural water resources. This study is particularly relevant considering NBR 16873 and 16872, published in 2019, which regulate water reuse in buildings, and Resolution No. 122, issued in 2023 by the Conselho Estadual de Recursos Hídricos, which defines guidelines and criteria for water reuse in the state of Paraná. The research involved a literature review of technical and scientific materials on the implementation of residential greywater reuse systems for non-potable uses. After analytically filtering the available collection in the consulted databases, seven publications were selected for in-depth study in this work. Subsequently, a case study was conducted on the use of greywater from the washing machine and shower to supply the toilet bowls in a single-family residence with four occupants. Two projects were developed: one with the conventional building plumbing system and another with the inclusion of the greywater reuse system. This allowed for the analysis of the differences in application and costs between both projects. As a result, it was estimated that the supply of greywater would be 364.8 L·day⁻¹ in the single-family residence, while the internal demand for use in the toilet bowls would be 132 L·day⁻¹. Thus, there would be an excess amount of water for reuse that could be made available for garden irrigation or washing external floors. For the treatment, a compact commercial Greywater Treatment Station (ETAC) was chosen for its ease of installation, maintenance, and smaller space requirement. The reuse system presented an additional cost of R\$ 6,228.79 compared to the conventional system. For the proposed project, it is estimated that the reuse system would provide monthly savings of R\$ 63.37, totaling R\$ 760.49 per year, with a payback time estimated at 8 years and 2 months.

KEYWORDS: water; domestic wastewater; sustainability.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão à minha professora orientadora, Prof.^a Dr.^a Maria Magdalena Ribas Döll, que esteve ao meu lado desde a escolha do tema até o desenvolvimento completo deste trabalho. Sua orientação cuidadosa, produtiva e carinhosa em todas as etapas foi fundamental, desde o surgimento até a conclusão deste projeto.

Agradeço ao arquiteto Roberto Pietrobelli por ter cedido o projeto arquitetônico da residência.

Agradeço também à banca de avaliação por seu tempo, contribuições valiosas e dedicação.

Aos professores, minha gratidão por tornarem o curso uma experiência leve e divertida, ao ponto de que os cinco anos pareceram passar voando.

À Empresa Júnior Engenium e aos colegas que conheci nela, agradeço por todo o aprendizado e crescimento que tive a oportunidade de vivenciar com vocês. A Engenium me fez uma profissional e pessoa melhor.

Agradeço a todos os meus amigos que me apoiaram durante o curso e aos amigos de curso que conheci ao longo desse caminho. Apreendi muito com cada um de vocês. Um agradecimento especial às minhas amigas, Maria Eduarda Martins e Maria Eduarda Pauliki, que, por coincidência ou destino, passaram de colegas de escola a colegas de curso. Vocês tornaram a jornada universitária muito menos assustadora, mais fácil e mais divertida.

Agradeço profundamente aos meus pais, que me ofereceram todo o suporte imaginável para a conclusão deste trabalho e da minha graduação. Também expresso minha gratidão ao meu irmão, que, à sua maneira, esteve disposto a me ajudar e a contribuir para este trabalho.

Sou profundamente grata pela jornada destes cinco anos, que se encerra com este trabalho, no qual coloquei todo o meu carinho e amor pela engenharia e por um mundo melhor.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição desproporcional dos recursos hídricos e da população no Brasil	17
Figura 2 - Mapa sobre cenário de redução na disponibilidade hídrica até 2040 ...	17
Figura 3 . Mapa qualitativo e quantitativo por bacia do estado do Paraná.	20
Figura 4 . Bacias hidrográficas do Paraná	21
Figura 5 . Usos da água no Paraná	21
Figura 6 . Características das águas cinzas	27
Figura 7 - Fluxograma normas e legislações relevantes dos últimos 5 anos sobre reúso de águas cinzas.	28
Figura 8 -Fluxograma metodologia primeira etapa	35
Figura 9 -Fluxograma metodologia primeira etapa	36
Figura 10 -Fluxograma metodologia	37
Figura 11 – Projeto arquitetônico da elevação lateral da residência unifamiliar	38
Figura 12 – Planta Térreo da residência em estudo	39
Figura 13 – Planta segundo andar da residência em estudo	40
Figura 14 -Fluxograma metodologia	42
Figura 15 - Gráfico representativo da quantidade de publicações com termos específicos no Google Scholar.	44
Figura 16 -Planta baixa Água Fria Térreo da residência unifamiliar do estudo.	53
Figura 17 - Planta baixa Água Fria Superior	54
Figura 18 - Planta Baixa Reservatório	54
Figura 19 -Isométrico Água Fria	55
Figura 20 -Planta Baixa Esgoto Térreo	56
Figura 21 -Planta Baixa Esgoto Térreo	56
Figura 22 -Planta Baixa Esgoto Superior	57
Figura 23 -Isométrico Esgoto Sanitário	58
Figura 24 - ETAC Eco Sustentável fluxograma e planta dos tratamentos	61
Figura 25 - ETAC Projeta Ambiental	61
Figura 26 - ETAC Alfamec®	61
Figura 27 - ETAC Águas Cinzas®	61
Figura 28 - Fluxograma ETAC Águas cinzas®	62
Figura 29 - Cisterna	66

Figura 30- Reservatório de água cinza pluvial tratada	66
Figura 31 - Instalações hidrossanitárias do AME	67
Figura 32 - Diagrama do sistema projetado de tratamento de águas cinzas	68
Figura 33 - Planta Baixa tubulações do sistema de reúso	69
Figura 34 – Localização da área das unidades de tratamento em relação a residência	70
Figura 35 - Detalhe da planta baixa do sistema de reúso	71
Figura 36 - Corte do sistema de reúso	72
Figura 37 - Isométrico sistema de reúso	73
Figura 38 -Reservatórios superiores	74
Figura 39 -Reservatórios superiores	75
Figura 40 - Tarifas residenciais de água e esgoto, vigentes em outubro de 2024. ..	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Volume total de recursos hídricos por país em bilhões de metros cúbicos	16
Tabela 2 - Consumo residencial por equipamento	25
Tabela 3 - Parâmetros de qualidade para reúso não potável de águas cinzas estabelecidos pela Resolução CERH Nº122 (2023) e NBR Nº16783	30
Tabela 4 - Estimativa da eficiência de remoção esperada nos diversos níveis de tratamento de uma ETE	33
Tabela 5 Comparação da qualidade da água cinza tratada de acordo com os estudos selecionados.	49
Tabela 6 - Custo sistema de águas cinzas dos trabalhos consultados	51
Tabela 7 - Custo do sistema por volume tratado e por habitante	51
Tabela 8 Média de tempo de banho agrupada por gênero	59
Tabela 9 - Resumo ETAC comercias	60
Tabela 10 Média de tempo de banho agrupada por gênero	Error! Indicador Não Definido .
Tabela 11 - Resumo orçamento instalações prediais	76
Tabela 12 - Resumo orçamento instalações prediais	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABES – Associação Brasileira de Engenheiros Sanitaristas

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

Conama – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DEC - Decantador

ETAC – Estação de Tratamento de Águas cinzas

FT- Filtro terciário

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

NBR – Norma Brasileira de Regulamentação

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

RAC - Reator Anaeróbio Compartimentado

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Disponibilidade hídrica no Mundo, Brasil e Paraná	15
3.3. Consumo de água residencial	24
3.4. Águas cinzas domésticas	26
3.5. Legislação sobre reúso de águas cinzas	27
3.6. Métodos de tratamento para reúso de águas cinzas	32
4. METODOLOGIA	35
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1. Seleção de trabalhos técnicos e científicos	44
5.4. Estudo de caso: Projeto hidrossanitário para a residência unifamiliar	52
5.5. Sistema de esgotamento sanitário da residência unifamiliar	55
5.6. Sistema de reúso de águas cinzas	58
5.7. Escolha do sistema de tratamento da residência unifamiliar	60
5.8. Projeto completo do sistema de águas cinzas na residência referência	64
5.9. Avaliação de custos e orçamento	75
6. CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	81
Anexo A - Projeto de instalações hidrossanitárias para a residência referência.....	86
Anexo B - Projeto de instalações hidrossanitárias, com sistema de reúso de águas cinzas, para a residência referência.....	90
Anexo C - Orçamento de instalações hidrossanitárias para a residência referência	96

Anexo D - Orçamento de instalações hidrossanitárias, com sistema de reúso de águas cinzas, para a residência referência	100
Anexo E - Manual de uso, operação e manutenção proposto pela NBR 16.783/2019	106

1. INTRODUÇÃO

A cada dia mais a sociedade vem tomando ciência da urgência em prezar por um modo de vida mais sustentável. A água é um recurso essencial para a Terra e todos os seus ecossistemas e seres vivos. À medida, que a população mundial continua a crescer e as mudanças climáticas exacerbam a escassez de água, é necessário cada vez mais buscar soluções inovadoras para conservar e utilizar de maneira eficiente os recursos hídricos.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024), estima-se que 97,5% da água existente no mundo é salgada, sendo assim esta não é adequada ao consumo humano direto. Dos 2,5% de água doce, 69% estão concentrados nas geleiras, assim sendo de difícil acesso, restando 30% de águas subterrâneas e 1% nos rios disponíveis para consumo.

Segundo Rodriguez e Borma (2016), embora a água seja um recurso renovável, com o crescimento da população e o uso inconsequente, a oferta de água potável se torna um recurso escasso.

Conforme dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2021), o consumo humano urbano representa 22,7% do consumo total de água no Brasil. Nesse contexto, o reúso de água surge como uma alternativa viável para reduzir a demanda por água potável, especialmente em usos não potáveis (Jefferson et al., 1999).

Em seu estudo, Leal (2013) destaca o reúso de água como uma estratégia viável para a gestão sustentável dos recursos hídricos, com consequentes reduções nos custos de operação para as concessionárias de saneamento, além de minimizar o consumo de insumos e energia.

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES (2015), o reúso de água, que antes era visto como uma solução emergencial em certas situações, está se tornando uma estratégia estrutural para enfrentar as crises hídricas.

Na escala das edificações a reutilização de águas cinzas pode trazer benefícios significativos, na economia de água potável, economia de energia elétrica e menor produção de esgoto sanitário. Em uma escala maior, pode contribuir para a preservação dos mananciais de água, reduzindo a quantidade de água captada e o lançamento de esgoto sanitário pelas áreas

urbanas, além de diminuir o consumo de energia elétrica (GONÇALVES, 2006).

O Brasil, com suas diversas condições favoráveis, tem potencial para tornar o reúso de água uma solução viável, pois de acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2022, o potencial de reúso no Brasil é de 175 m³/s por ano.

Uma prática que se mostra viável por diversos estudos e que segundo o caderno técnico do CREA-PR (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná), 2016, elaborado pela Eng. Civ. Margolaine Giacchini, é frequente em países como Japão, Austrália, Canadá, Reino Unido, Alemanha e Suécia, o reúso da água cinzas em residências, onde a água usada no lavatório, por exemplo, pode ser reutilizada para descargas do vaso sanitário.

Henze e Ledin (2001) dividem as águas cinzas em duas categorias: águas cinzas claras e águas cinzas escuras. As águas cinzas claras são águas residuárias provenientes de chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar roupa. Já as águas cinzas escuras incluem águas provenientes de pias de cozinha e máquinas de lavar louça.

Segundo, Silva e Pereira (2021), a ausência de normas, apoio governamental, fiscalização, controle, preparo e manutenção no tratamento de águas cinzas pode comprometer a saúde dos usuários. O atraso do Brasil em relação a uma legislação nacional para o reúso de águas cinzas, em conjunto com a falta de conhecimento técnico na área, aspectos culturais e os custos de implementação fazem com que o reúso não seja uma alternativa difundida no país.

Caso haja viabilidade do sistema de reúso em residências, sua replicação em larga escala poderá transformar o uso da água no Brasil, reduzindo a necessidade de captação de água potável e diminuindo o lançamento de efluentes nos rios. Isso resultaria em uma gestão disruptiva, mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral

Desenvolver um sistema de reúso de águas cinzas para aplicação em residências unifamiliares, para fins não potáveis, conforme as diretrizes e critérios gerais estabelecidos na resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) do Paraná, N°122, de 19 de junho de 2023.

Objetivos específicos

- Estudar a legislação e Realizar uma revisão bibliográfica sistemática sobre o reúso de águas cinzas, analisando os sistemas de tratamento adotados, com base no custo, oferta e demanda de águas cinzas e parâmetros de qualidade da água cinza tratada.
- Elaborar dois projetos hidrossanitários: um considerando as instalações convencionais de água fria, água quente e esgoto, e outro com o sistema integrado de reúso de águas cinzas.
- Selecionar um método de tratamento adequado, com base nas vazões dimensionadas no projeto do sistema de reúso, utilizando como referência as publicações e legislações estudadas ao longo do trabalho.
- Desenvolver, com base nos projetos hidráulicos da residência unifamiliar, dois orçamentos: um para o projeto com instalações convencionais e outro para as instalações adaptadas ao sistema de reúso de águas cinzas, a fim de analisar os custos adicionais do sistema de águas cinzas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Disponibilidade hídrica no Mundo, Brasil e Paraná

A disponibilidade de água é um dos principais fatores que influenciam o crescimento populacional e o desenvolvimento regional. No entanto, a água não está distribuída de forma uniforme em todas as regiões, nem ao longo do tempo (NAÇÕES UNIDAS, 2021).

Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) Meio Ambiente (2021), a demanda por água doce pode aumentar em 50% até 2050, enquanto mais de 2 bilhões de pessoas já vivem em situação de estresse hídrico por pelo menos um mês por ano. Esse número pode chegar a 3,5 bilhões até 2050. Essa crescente escassez, especialmente em regiões em desenvolvimento, representa um grande obstáculo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida das populações.

Ao analisar os números referentes à quantidade de água doce acessível para consumo humano, sua qualidade e sua distribuição no planeta, percebe-se que a escassez progressiva de água em nível mundial é a razão e o principal incentivo para diversas pesquisas que buscam estabelecer uma nova relação entre o homem e a água, onde a preocupação e o uso racional deste recurso sejam valorizados.

O Brasil é reconhecido por sua vasta disponibilidade hídrica, sendo o país com o maior volume total de recursos hídricos, segundo os dados do Banco Internacional de Dados (2022), apresentados na Tabela 1 .

O Brasil também é lar do maior rio do mundo, o Rio Amazonas, e do maior reservatório subterrâneo de água do planeta, o Aquífero Guarani. Segundo, Silva (2011), o aquífero Guarani, é considerado uma das maiores reservas de água subterrânea do mundo, estendendo-se desde a Bacia Sedimentar do Paraná até a Bacia do Chaco-Paraná.

Tabela 1 - Volume total de recursos hídricos por país em bilhões de metros cúbicos

Posição	País	Volume total (bilhões de m³)
1	Brasil	5661
2	Canadá	2850
3	Estados Unidos	2818
4	China	2813
5	Colômbia	2145
6	Indonésia	2019
7	Peru	1641
8	Índia	1446
9	Mianmar	1003
10	Congo	900

Fonte: World Bank (2022).

Mas a água não está igualmente disponível em todo o país, nem ao longo do tempo, ainda segundo Silva (2011), mesmo sendo detentor dos maiores potenciais hídricos do mundo, o Brasil, em comparação com países de menor potencial hídrico, tem uma das piores distribuições de água.

A população e os recursos hídricos do Brasil, são distribuídos de forma desproporcional, conforme evidenciado no infográfico elaborado com base nos dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) de 2010, apresentado no Atlas para a Sustentabilidade Ambiental do Alto Tietê (2014), na Figura 1.

A Região Norte concentra 62% dos recursos hídricos, mas abriga apenas 6% da população. Em contrapartida, a Região Sudeste, que é a mais populosa, com 43% da população do país, possui apenas 6% dos recursos hídricos.

Figura 1- Distribuição desproporcional dos recursos hídricos e da população no Brasil

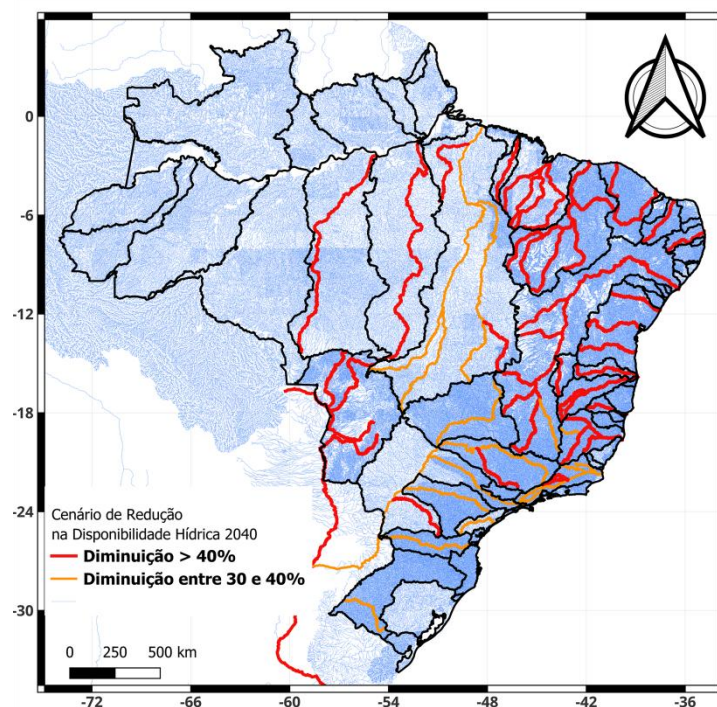


Fonte: Atlas para a Sustentabilidade Ambiental do Alto Tietê (2014)

Juntamente com a disparidade geográfica, o Brasil enfrenta uma distribuição desigual temporal, ainda mais intensificada pelas mudanças climáticas e o desmatamento da Amazônia, que afeta diretamente o clima e o regime de chuvas em várias regiões do país.

Conforme o estudo da ANA sobre os impactos da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil (ANA, 2024), há uma projeção de redução na disponibilidade de água em quase todo o território nacional, incluindo regiões de grande relevância agrícola como a bacia do São Francisco. Este estudo sobre cenário de redução na disponibilidade hídrica até 2040 pode ser visualizado na Figura 2.

Figura 2 - Mapa sobre cenário de redução na disponibilidade hídrica até 2040



Fonte: ANA (2024)

Como alertam Getirana, Libonati e Cataldi (2021), o Brasil passou por uma seca severa que atinge grande parte do país, classificada como a pior em décadas, com reservatórios operando abaixo de 20% de sua capacidade, o que exige um esforço conjunto para garantir a segurança hídrica.

Essa constatação, especialmente quando analisada em uma escala de sub-bacias exige um planejamento estratégico e adaptativo do setor de recursos hídricos, considerando as incertezas inerentes às projeções climáticas. A recomendação é priorizar medidas de adaptação com baixo custo e alto potencial de reversão, em um contexto de limitação de recursos e capacidade de investimento.

Em 2020, segundo a Sanepar, Companhia de Saneamento do Paraná, o Paraná enfrentou a seca mais severa dos últimos 91 anos. Em resposta à crise hídrica, o Governo do Paraná emitiu diversos decretos de emergência, incluindo o decreto 8.299/2021. Esse decreto, válido por 90 dias, foi implementado com o objetivo de mitigar os impactos da escassez de chuvas e assegurar o abastecimento mínimo para a população.

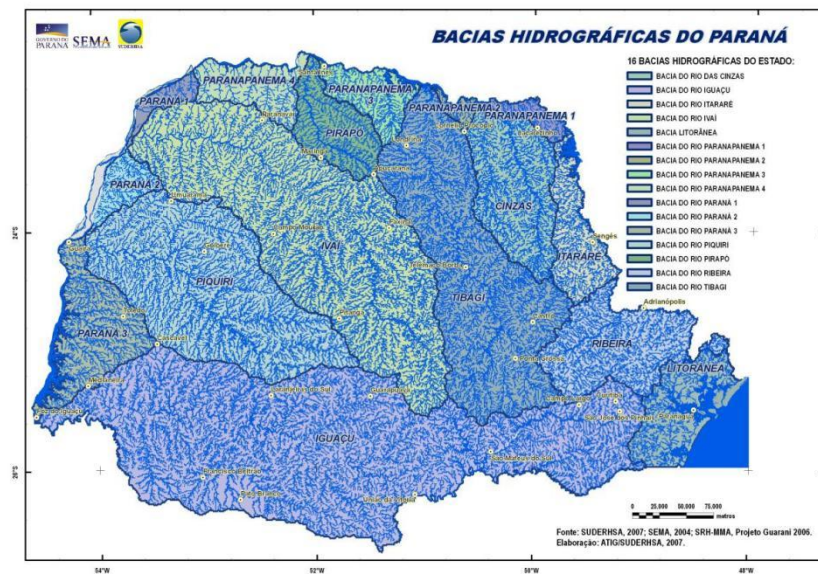
De acordo com a ANA, o balanço crítico desenvolvido por essa instituição é uma ferramenta fundamental para a gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil.

A ANA elucida que esse balanço combina a análise quantitativa da disponibilidade hídrica com a avaliação qualitativa da capacidade dos corpos d'água de assimilar cargas poluentes. A partir da relação entre a demanda consuntiva e a disponibilidade hídrica, o balanço quantitativo permite identificar áreas com potencial de escassez hídrica.

Além disso, o balanço qualitativo avalia a capacidade dos rios de receber efluentes, contribuindo para a identificação de regiões afetadas pela poluição. Segundo a ANA, a integração dessas duas dimensões possibilita a classificação da criticidade hídrica em diferentes trechos de rio, fornecendo subsídios para o planejamento e a implementação de medidas de gestão que visem à sustentabilidade dos recursos hídricos.

A Figura 3 apresenta o mapa qualitativo e quantitativo das bacias, com enfoque no estado do Paraná, onde pode-se notar a criticidade do balanço hídrico da bacia que percorre a área de Curitiba, criticidade que ocorre também em outras áreas com alta densidade demográfica no Paraná.

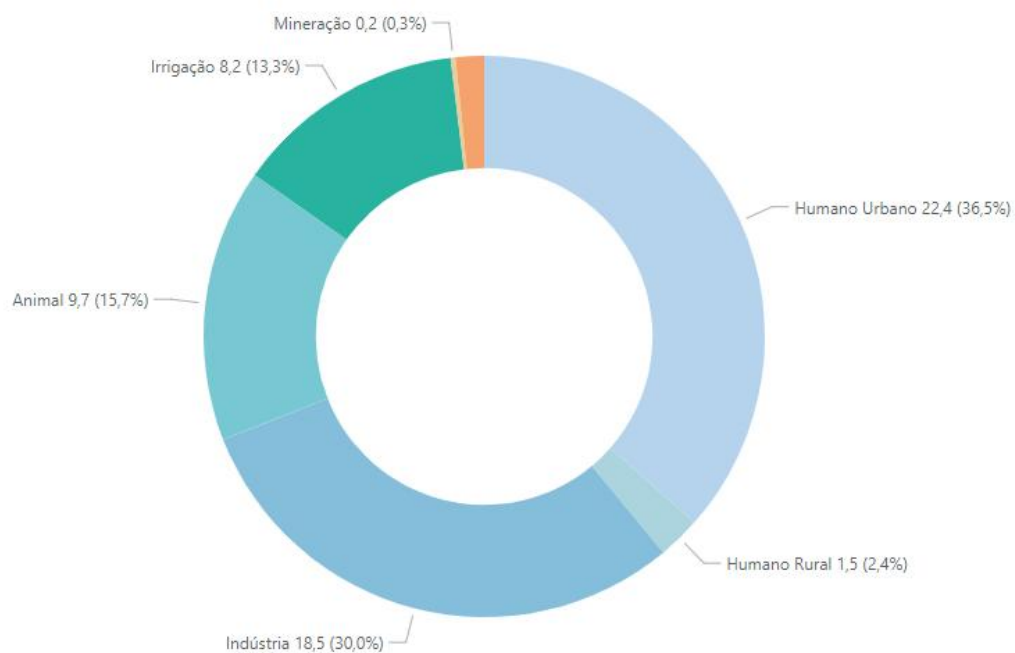
Figura 4. Bacias hidrográficas do Paraná



Fonte: IAT (2023)

Em 2021, a ANA declarou situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos da Região Hidrográfica do Paraná. Segundo o painel de usos consuntivos da água o setor que mais retirou água em 2022, foi para o abastecimento urbano, como apresentado abaixo, na Figura 5.

Figura 5 . Usos da água no Paraná



Fonte: ANA, 2020

3.2. Reúso como forma de melhorar a disponibilidade hídrica

O reúso da água é o processo de reutilização da água, submetida a tratamento apropriado, para diversos fins, visando preservar os recursos hídricos existentes e promover a sustentabilidade. O reúso de água residencial, tem como propósito, minimizar o volume gerado de esgoto, além de reduzir o consumo de água.

Em 1973, a Organização Mundial da Saúde (OMS) lançou as "Diretrizes para Reúso de Águas Residuais" (WHO, 1973), que estabelecem princípios e critérios para o reúso seguro e eficaz da água residual. Essas diretrizes foram fundamentais para o desenvolvimento da prática do reúso em todo o mundo e continuam a ser referência para diversos trabalhos e pesquisas na área. Estas classificam o reúso como:

- Reúso indireto: O reúso indireto de águas residuais ocorre quando a água já utilizada uma ou mais vezes para fins domésticos ou industriais é descarregada em águas superficiais frescas ou subterrâneas e usada novamente em sua forma diluída.

- Reúso direto: O uso planejado e deliberado de águas residuais tratadas para algum propósito benéfico, como irrigação, recreação, indústria, recarga de aquíferos subterrâneos.

- Reciclagem interna: quando o reúso da água ocorre internamente às instalações industriais, tendo como objetivo a economia de água e o controle da poluição.

Por outro lado, a ABES classifica o reúso de água em duas grandes categorias: potável e não potável, que é amplamente adotada por sua praticidade e facilidade, descritas a seguir.

- Reúso potável direto: quando o esgoto recuperado, por meio de tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.

- Reúso potável indireto: caso em que o esgoto, após tratamento, é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição, purificação natural e subsequente captação, tratamento e finalmente utilizado como água potável.

- Reúso não potável: Este tipo de reúso apresenta um potencial muito amplo e diversificado.

Por não exigir níveis elevados de tratamento, o reúso direto não potável vem se tornando um processo viável economicamente e com grande potencial de melhorar a disponibilidade hídrica urbana.

A Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, em seu artigo 2º, definiu reúso como uso de água residuária ou de água de qualidade inferior tratada ou não. Segundo o CNRH (2005), por meio da Resolução Nº 54, o reúso direto não potável, abrange as seguintes modalidades:

I - Reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;

II - Reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;

III - Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;

IV - Reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais; e,

V - Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

A classificação do reúso é essencial para a definição dos métodos e parâmetros de tratamento, para garantir a segurança e a qualidade da água reutilizada, atendendo às necessidades específicas de cada aplicação

De acordo com a Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES) embora o reúso de água tenha sido inicialmente considerado uma solução emergencial, atualmente tem se consolidado como uma solução estrutural diante das crises hídricas. O Brasil, com suas diversas condições propícias, apresenta o reúso de água como uma solução viável, entretanto pouco difundida (ABES, 2015).

3.3. Consumo de água residencial

O consumo residencial no Paraná segundo a ANA, 2024, corresponde a 36,5% do consumo total de água doce, este consumo ocorre tanto no ambiente externo quanto no interno.

As principais atividades responsáveis pelo uso externo são as lavagens de áreas externas, lavagens de veículos, irrigação de jardins, piscinas e outros. Nas áreas internas, o maior consumo de água concentra-se nas descargas dos vasos sanitários, lavagens de roupas e nos banhos.

As diferenças nos resultados dos estudos podem ser atribuídas às variações nos locais e épocas em que foram conduzidos, influenciadas por diferenças culturais e outros fatores como o clima da região, renda familiar, número de usuários na residência, características culturais da comunidade, desperdício domiciliar e o valor da tarifa da água.

Ainda que o consumo de água não potável possa variar significativamente de acordo com os hábitos específicos de cada residência, é possível fazer uma estimativa com base nos dados das pesquisas.

No estudo conduzido por Silva (2020), foi realizada uma compilação dos dados de consumo de água em edificações residenciais, fundamentada em pesquisas prévias de Barreto (2008), Santos (2002), Ghisi e Ferreira (2007), DeOreo et al. (2016) e (1999), e Rocha, Barreto e Ioshimoto (1998), cujos dados compilados estão apresentados na Tabela 2 .

Tabela 2 - Consumo residencial por equipamento

Ponto de utilização	BARRETO (2008)	AWWA (2001)	PNCDA (1998)	GHISI; FERREIRA (2007)	DEOREO et al. (2016)		Média
					1999	2016	
Lavatório	4,20%	15,40%	8%	33,90%	15,70%	19,00%	16%
Pia de cozinha	12,00%	-	18%	-	-	-	15%
Tanque	5,40%	-	-	3,00%	-	-	4%
Tanque com máquina de lavar	8,30%	-	-	-	-	-	8%
Bacia Sanitária	5,50%	26,10%	5%	32,80%	26,70%	24,20%	20%
Tanquinho de lavar	9,20%	-	-	-	-	-	9%
Máquina de lavar roupas	10,90%	22,70%	11%	3,70%	21,60%	16,40%	14%
Banheira	-	1,80%	-	-	1,70%	2,60%	2%
Chuveiro	13,90%	17,80%	55%	18,60%	16,70%	19,00%	24%
Lavadora de pratos	-	1,40%	-	-	1,40%	1,20%	1%
Outros usos	30,60%	14,80%	11%	-	16,00%	17,80%	18%
Consumo per capita (L/d)	262,7	-	-	172,3	315,1	266,4	254,125

Fonte: Adaptado pela autora (2024) de Silva (2020)

Neste presente estudo que foi desenvolvido, as águas cinzas claras a serem tratadas para o reúso são as usadas na máquina de lavar roupas e chuveiro, as quais representam em média 38% do consumo. Estas foram selecionadas a fim de suprir a demanda das bacias sanitárias, que representam em média 20% do consumo residencial.

3.4. Águas cinzas domésticas

As águas descartadas após o uso geram grande quantidade de efluente e, para fins de tratamento e descarte correto, são classificadas de acordo com a sua origem.

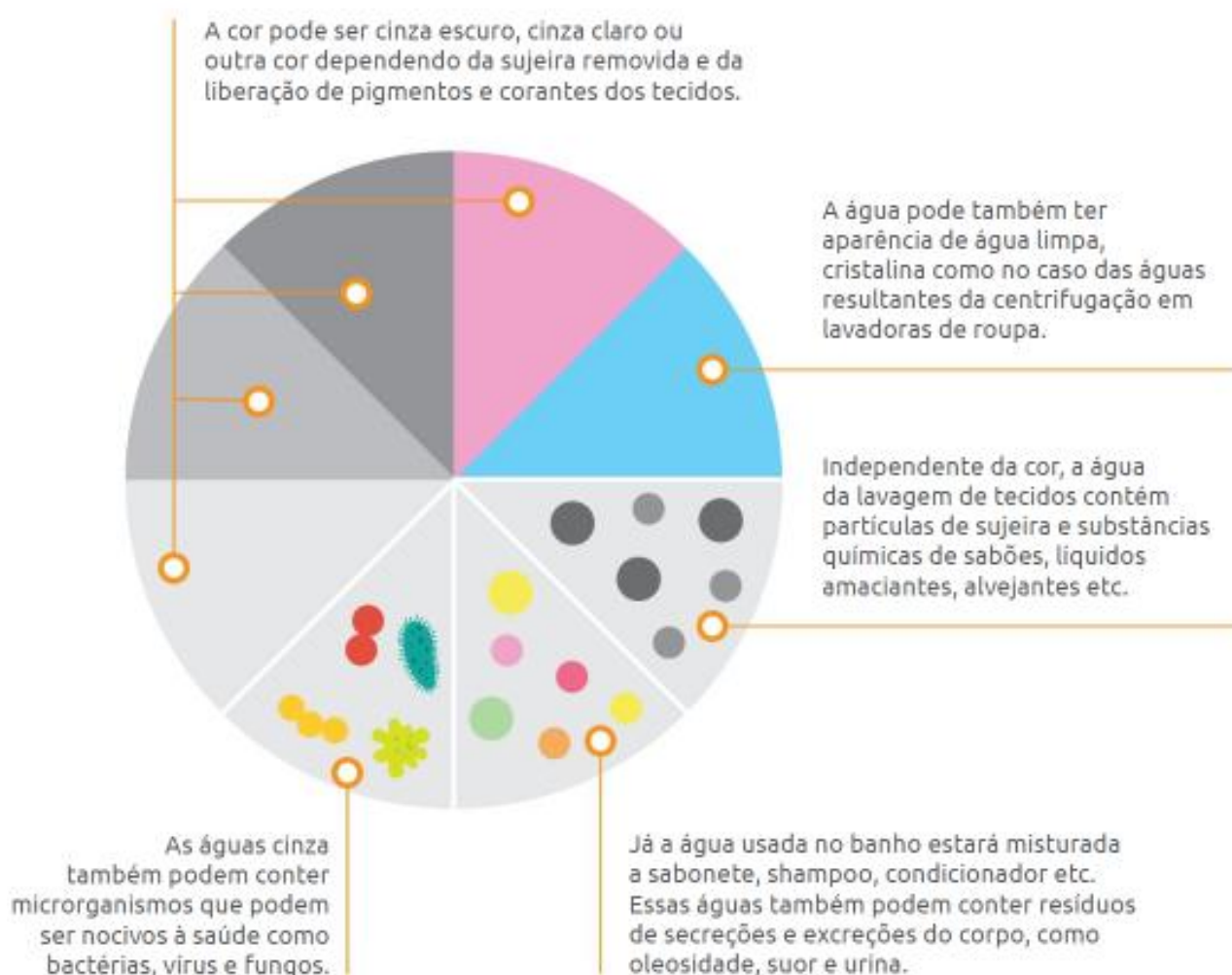
Segundo a NBR 9648 (ABNT, 1986), o esgoto sanitário é o despejo líquido de efluentes domésticos, industriais, de águas de infiltração e das contribuições pluviais, sendo resultante do uso da água para higiene pessoal, necessidades fisiológicas e lavagens.

Segundo a NBR 16783, as águas cinzas podem ser divididas em:

- Água cinza clara :água servida proveniente de chuveiros, banheiras, lavatórios, tanques e máquinas de lavar roupa;
- Água cinza escura: água servida proveniente de pia de cozinha e máquina de lavar louça;
- Água negra: água proveniente de bacia sanitária e mictório.

O número de habitantes, seus hábitos (alimentares, de higiene e de consumo de água), a faixa etária e o estilo de vida moldam a composição desse efluente (NSWHEALTH, 2000). Vale salientar que a qualidade da água potável fornecida também contribui para a caracterização final das águas cinzas. Na Figura 5 são apresentadas características das águas cinzas que podem variar de acordo com a sua origem segundo o Instituto de Pesquisa Tecnológicas (IPT).

Figura 6. Características das águas cinzas



FONTE: IPT (2016)

Conforme ilustrado na figura 6, a água cinza apresenta características variáveis, dependendo de sua origem. Águas provenientes de pias tendem a apresentar concentrações mais elevadas de detergentes e sabões, enquanto as de chuveiros são contaminadas por secreções corporais, óleos e células epiteliais. Essa diversidade composicional influencia diretamente a tratabilidade da água cinza e exige processos de tratamento específicos para cada tipo de efluente.

3.5. Legislação sobre reúso de águas cinzas

Embora ainda não exista uma legislação nacional específica sobre o reúso de águas cinzas, a importância desse recurso para a gestão hídrica tem se destacado. A recente alteração da Lei nº 11.445/2023, que institui a Política

Nacional de Saneamento Básico, por meio da inclusão do artigo 49-A, incentivando o reúso não potável de águas cinzas. O artigo 49A, discorre:

“Art. 49-A. No âmbito da Política Federal de Saneamento Básico, a União estimulará o uso das águas de chuva e o reúso não potável das águas cinzas em novas edificações e nas atividades paisagísticas, agrícolas, florestais e industriais, conforme regulamento.

§ 1º A rede hidráulica e o reservatório destinado a acumular águas de chuva e águas cinzas das edificações devem ser distintos da rede de água proveniente do abastecimento público.

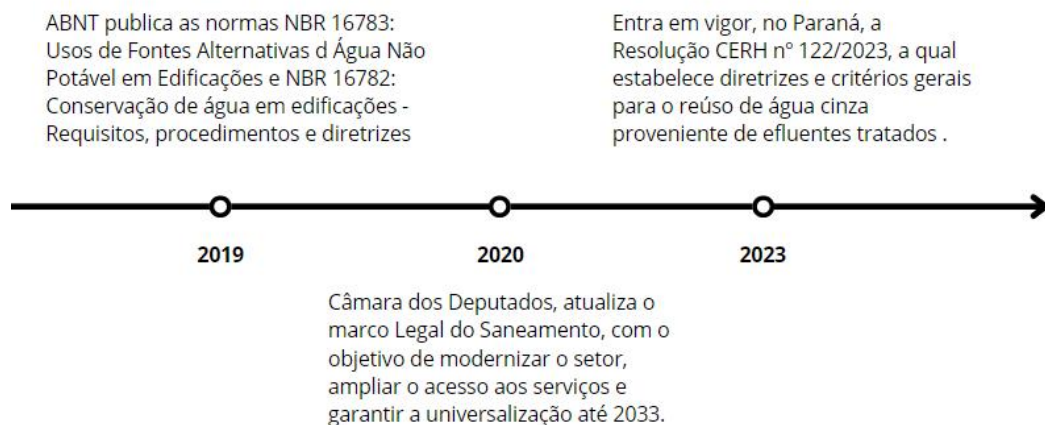
§ 2º (VETADO).

§ 3º As águas de chuva e as águas cinzas passarão por processo de tratamento que assegure sua utilização segura, previamente à acumulação e ao uso na edificação.” (Lei 11.445, 2007).

A Figura 7, apresenta um resumo das normas e legislações relevantes para o tema dos últimos 5 anos, de 2019 a 2024.

Apesar da lacuna de uma legislação nacional, o Paraná é um dos 6 estados a publicar uma legislação para o assunto. A Resolução CERH/PR nº 122, começou a valer em junho de 2023.

Figura 7- Fluxograma normas e legislações relevantes dos últimos 5 anos sobre reúso de águas cinzas.



Fonte: A autora (2024)

Tal Resolução estabelece diretrizes e critérios para o reúso de água proveniente de efluentes tratados de origem sanitária ou industrial em diversas modalidades, como fins urbanos, agrícolas, florestais, ambientais e industriais.

A resolução divide o reúso em duas classes:

- Classe A - é a água de reúso destinada a atividades como irrigação paisagística em locais de acesso irrestrito, lavagem de pisos, veículos e uso predial;
- Classe B - refere-se à água de reúso para irrigação em áreas de acesso restrito, controle de emissão de partículas e aplicações na construção civil e desobstrução de redes de esgoto.

A resolução impõe condições para a prática e utilização do reúso, incluindo o atendimento a padrões de qualidade para cada categoria apresentados na Tabela 3, monitoramento periódico, controle de volume gerado, e registro de inconformidades.

Ressalta-se que a instalação de redes específicas para distribuição de água de reúso e a proibição de mistura de águas de diferentes fontes geradoras são requisitos destacados na Resolução.

O documento também detalha modalidades de reúso, como fins urbanos não potáveis, fins agrícolas e florestais, fins ambientais e fins industriais. Define-se o reúso direto potável, o reúso indireto potável, o reúso indireto da água, e categorias de reúso urbano irrestrito e restrito.

Tabela 3- Parâmetros de qualidade para reúso não potável de águas cinzas estabelecidos pela Resolução CERH N°122 (2023) e NBR N°16783 (2019) .

Parâmetro	Unidade	Resolução CERH N°122 (2023)		NBR N°16783 (2019)
		Classe A	Classe B	
pH	-	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes termotolerantes ou <i>Escherichia coli</i>	UFC*/100mL	≤200	≤1000	< 200
Ovos viáveis de helmintos	Ovos/L	< 1	< 1	-
Cloro Residual Total (CRT)	mg/L	0,5 ≤ CRT < 2	0,5 ≤ CRT < 2	-
Cloro Residual Livre (CRL)	mg/L	-	-	0,5 a 5,0
Condutividade elétrica	µS/cm	≤ 3200	≤ 3200	≤3200
Turbidez	UT*	-	-	< 5,0
DBO ₅ ²⁰ *	mgO ₂ /L	-	-	< 20,0

* DBO₅²⁰ – demanda química de oxigênio em 5 dias a 20°C, UFC – unidades formadoras de colônias, UT – unidades de turbidez,

Fonte: Adaptado de PARANÁ (2023) e ABNT (2019)

No ano de 2019, a Norma NBR 16783 (ABNT, 2019) foi publicada que refere-se ao “Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações” e contempla orientações para a caracterização, projeto, uso, operação e manutenção de sistemas alternativos de água não potável em edificações, sendo o reúso de águas cinzas uma das fontes alternativas citadas na norma.

A Norma abrange como os usos não potáveis em edificações:

- a) descarga de bacias sanitárias e mictórios, independentemente do sistema de acionamento;
- b) lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas;
- c) lavagem de veículos;
- d) irrigação para fins paisagísticos;
- e) uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
- f) sistemas de resfriamento de água;
- g) arrefecimento de telhados.

Para que a água seja classificada apta para os usos citados acima, a norma indica que os requisitos apresentados na Tabela 3, devem ser seguidos.

A norma destaca a independência do sistema predial de água não potável em relação ao sistema de água potável. O projeto do sistema deve considerar características da demanda, balanço hídrico, qualidade da água, indicadores de consumo, necessidades de armazenamento e áreas técnicas disponíveis.

A norma define requisitos e disposições de projeto, O sistema predial de água não potável, que inclui o sistema de tratamento de água, deve ser projetado por profissional habilitado. Os dados de registro do profissional habilitado devem constar no memorial descritivo e nos desenhos do projeto, inclusive do sistema de tratamento, bem como:

- a) premissas de cálculo;
- b) critério(s)/método(s) de dimensionamento;
- c) memorial descritivo e especificações técnicas de materiais e serviços;
- d) volume(s) de armazenamento de água não potável;
- e) pressão(ões) de trabalho;
- f) simultaneidade de uso e vazões de projeto dos pontos de utilização;
- g) fonte(s) de abastecimento de água não potável;
- h) previsão de dispositivos de segurança;
- i) plantas, detalhes e esquemas verticais, necessários para compreensão;
- j) especificação para operação e controle de componentes;
- k) especificação e características técnicas de componentes e aparelhos sanitários;
- l) vida útil do projeto e manutenções necessárias para atingi-la (escopo e periodicidade);
- m) dados de registro do profissional habilitado.

A norma também discute, no item 5.4.3.2, que para a escolha da tecnologia a ser utilizada no tratamento, devem ser levadas em conta as características da fonte alternativa, os usos não potáveis pretendidos, as vazões de projeto, a área técnica disponível e as condições para uso, operação e manutenção.

Com a atualização do marco Legal do Saneamento e a regulamentação do reúso de águas cinzas no Paraná pelo CERH, o reúso de água se destaca como

uma solução estratégica e sustentável, otimizando os recursos hídricos e reduzindo a pressão sobre os mananciais naturais.

3.6. Métodos de tratamento para reúso de águas cinzas

Conforme Rampelotto (2014), o tratamento das águas cinzas é similar ao tratamento de águas de esgoto, considerando o reúso de água em bacias sanitárias e áreas externas, a complexidade do sistema de tratamento é inferior a um sistema de tratamento de esgoto.

De maneira geral, os métodos de tratamento são categorizados em químicos, biológicos, físicos, híbridos, entre outros, conforme classificação de Holt e James (2006).

Considerando as águas cinzas provenientes do chuveiro e da máquina de lavar, de acordo com Rampelotto (2014), esta água pode conter bactérias, cabelos, matéria orgânica, sólidos suspensos, óleos e graxas, resíduos de sabão e detergente, nitrato, sais dissolvidos, alvejantes, pH alterado e sódio.

No livro "Reúso da Água: Conceitos, Teorias e Práticas" de Telles e Costa (2007), os autores discutem os diferentes níveis de tratamento de efluentes, classificando-os em tratamento preliminar, primário, secundário e terciário.

As etapas de tratamento preliminar e primário, em conjunto, são capazes de remover entre 60% e 70% dos sólidos em suspensão (SS), cerca de 20% a 45% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e aproximadamente 30% a 40% dos coliformes presentes (Tabela 4).

O tratamento secundário, também conhecido como tratamento biológico, é destinado à remoção da matéria orgânica dos efluentes e pode ocorrer de forma aeróbia ou anaeróbia.

Tabela 4 - Estimativa da eficiência de remoção esperada nos diversos níveis de tratamento de uma ETE

Tipo de Tratamento	Matéria Orgânica como DBO (%)	Sólidos em Suspensão (%)	Nutrientes (%)	Bactérias (%)
Preliminar	5 - 10	5 - 20	Não remove	10 - 20
Primário	25 - 50	40 - 70	Não remove	25 - 75
Secundário	80 - 95	65 - 95	Pode remover	70 - 99
Terciário	40 - 99	80 - 99	Até 99	Até 99,999

Fonte: CETESB (1988)

O tratamento secundário tem como objetivo a degradação biológica dos compostos carbonáceos, convertendo carboidratos, óleos, graxas e proteínas em compostos mais simples, como CO_2 , H_2O , NH_3 e H_2S , dependendo do processo predominante. Esse tratamento pode ser realizado pela via anaeróbia, aeróbia ou pela combinação de ambas (anaeróbia seguida de aeróbia) (CAMPOS, 1999).

Nos sistemas anaeróbios, cerca de 70% a 90% da matéria orgânica biodegradável é convertida em biogás, e entre 5% e 15% em biomassa microbiana, gerando lodo excedente.

O efluente contém de 10% a 30% da matéria orgânica original. Já nos sistemas aeróbios, a degradação biológica converte cerca de 40% a 50% da matéria orgânica em CO_2 , e 50% a 60% é transformada em biomassa microbiana, também produzindo lodo excedente. A parte não degradada, entre 5% e 10%, é liberada no efluente.

Os principais processos anaeróbios utilizados no tratamento de esgotos são reatores UASB, tanques sépticos, tanque Imhoff e sistemas de tanque séptico seguido de filtro anaeróbio (CAMPOS, 1999).

Quanto aos processos aeróbios, os sistemas mais comuns incluem: valas de filtração, lagoas de estabilização, filtros biológicos percoladores e sistemas de lodos ativados (CHERNICHARO, 2001). A etapa aeróbia é essencial no tratamento de águas cinzas devido à sua capacidade de remover turbidez, o que atende às exigências estéticas para o reúso predial.

O tratamento terciário visa à desinfecção, sendo que a remoção de nutrientes não é uma exigência para o reúso de águas cinzas em edificações ou na agricultura. A desinfecção pode ser realizada com compostos fenólicos, álcoois, sendo o cloro, o dióxido de cloro e o ozônio os mais comuns.

O ozônio, apesar de ser altamente eficaz na desinfecção, enfrenta desafios de custo e complexidade operacional. A radiação ultravioleta surge como uma alternativa competitiva à cloração, pois não gera subprodutos tóxicos. A filtração por membranas tem sido cada vez mais aplicada devido à redução de custos e já faz parte do fluxograma de algumas estações de tratamento.

As etapas de tratamento preliminar e primário, em conjunto, são capazes de remover entre 60% e 70% dos sólidos em suspensão (SS), cerca de 20% a 45% da Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A filtração grosseira seguida de desinfecção é uma tecnologia amplamente utilizada no Reino Unido para o reúso doméstico de águas cinzas, sendo denominada como processo de dois estágios. Esse sistema, adotado por diversas empresas, utiliza um curto tempo de detenção, preservando as características químicas da água (SOETHE, 2013).

De acordo com o relatório técnico 5/2017, da Universidade de Brasília (UNB), intitulado “Viabilidade técnica e operacional do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais do Distrito Federal”, os métodos primários e secundários de tratamento são eficazes na remoção da maioria dos sólidos suspensos e da matéria orgânica. Isso resulta em um efluente que atende aos padrões de qualidade necessários para ser lançado em corpos d’água ou utilizado para fins não potáveis.

As complexidades envolvidas no tratamento de águas cinzas domésticas, desde a variabilidade na composição até a adequação às normas de qualidade, evidenciam os desafios que acompanham sua implementação no local da residência. No entanto, essas dificuldades também destacam a importância de desenvolver soluções eficazes e adaptáveis para o reúso. A seguir, a metodologia deste estudo é apresentada, com foco na avaliação de estratégias para o reúso direto de águas cinzas em residências unifamiliares para fins não potáveis.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho foi estruturado em duas etapas principais: a primeira abrange uma revisão bibliográfica sobre o reúso de águas cinzas, enquanto a segunda compreende a realização de um estudo de caso, seguido pela elaboração do orçamento de um projeto de reúso de águas cinzas, conforme apresentado no fluxograma da Figura 8.

Figura 8 -Fluxograma metodologia primeira etapa



A realização dessa pesquisa utilizou em primeira instância da metodologia de pesquisa documental bibliográfica, sistemática da literatura acerca do reúso de águas cinzas. A Figura 9 demonstra o fluxograma desta primeira etapa do trabalho.

Figura 9 -Fluxograma metodologia primeira etapa



Fonte: A autora (2024)

A plataforma Google Scholar foi selecionada para a realização da pesquisa em virtude de suas características relevantes. Trata-se de uma ferramenta de acesso gratuito que disponibiliza um vasto acervo de fontes acadêmicas, incluindo artigos científicos, livros, teses e relatórios técnicos, constantemente atualizado. Ademais, permite a condução de pesquisas interdisciplinares ao reunir conteúdos de distintas áreas do conhecimento e em diversos idiomas. A plataforma também apresenta funcionalidades que facilitam a elaboração de citações e fornecem métricas, como o número de citações de um determinado documento. Por fim, sua interface intuitiva oferece filtros avançados que otimizam o processo de busca e seleção de informações.

Inicialmente, foram empregados os termos "reúso de águas cinzas", "residencial" e "unifamiliar". Essa combinação de palavras-chave permitiu delimitar a pesquisa para estudos que se enquadrassem no escopo do presente trabalho.

Com base na busca de trabalhos realizada, foram selecionadas publicações, a partir do ano de 2014 sobre sistemas de tratamento para o reúso de águas cinzas residenciais, que apresentassem como referência a NBR 16783 (2019).

Neste estudo, priorizou-se a seleção de publicações que abordaram o reúso de águas cinzas claras, provenientes da máquina de lavar e do chuveiro, visto que a diversificação das fontes de água para reúso pode proporcionar um suprimento mais estável e confiável, já que o consumo de água por aparelho é variável.

O estudo das publicações selecionadas envolveu a análise dos sistemas de tratamento de águas cinzas, considerando a vazão de cada sistema, os custos

envolvidos, a qualidade da água cinza tratada, as referências utilizadas e as conclusões apresentadas.

Para a análise da qualidade da água cinza tratada, a legislação vigente foi tomada como referência. Considerando a ausência de uma legislação nacional específica, adotaram-se como parâmetros de qualidade aqueles estabelecidos pela Resolução Nº 122, publicada pelo CERH-PR.

4.1. Descrição da residência unifamiliar do estudo

A segunda etapa consistiu em um estudo de caso, do reúso de águas cinzas. Para a elaboração deste estudo, foi considerada uma residência unifamiliar, para 4 habitantes, de padrão médio, perfil este que representa o provável cliente para sistemas residenciais de reúso de águas cinzas unifamiliares. Na Figura 10 está apresentado o fluxograma desta etapa do trabalho.

Figura 10 -Fluxograma metodologia



Fonte: A autora (2024)

Este perfil foi elaborado com base nos dados do IBGE (2010), que indicam que a composição familiar média no Paraná é de 3 integrantes por residência, para garantir eficiência adicional, para este trabalho foram adotados 4 habitantes, sendo o projeto arquitetônico da residência unifamiliar para 4 habitantes, como pode ser observado na Figura 11. O desenho foi desenvolvido e cedido para este trabalho pelo Arquiteto Roberto Pietrobelli.

A residência foi projetada para ser em alvenaria com dois pavimentos, além de um andar no subsolo para aproveitamento do desnível do terreno, e um sótão, que utiliza a inclinação do telhado.

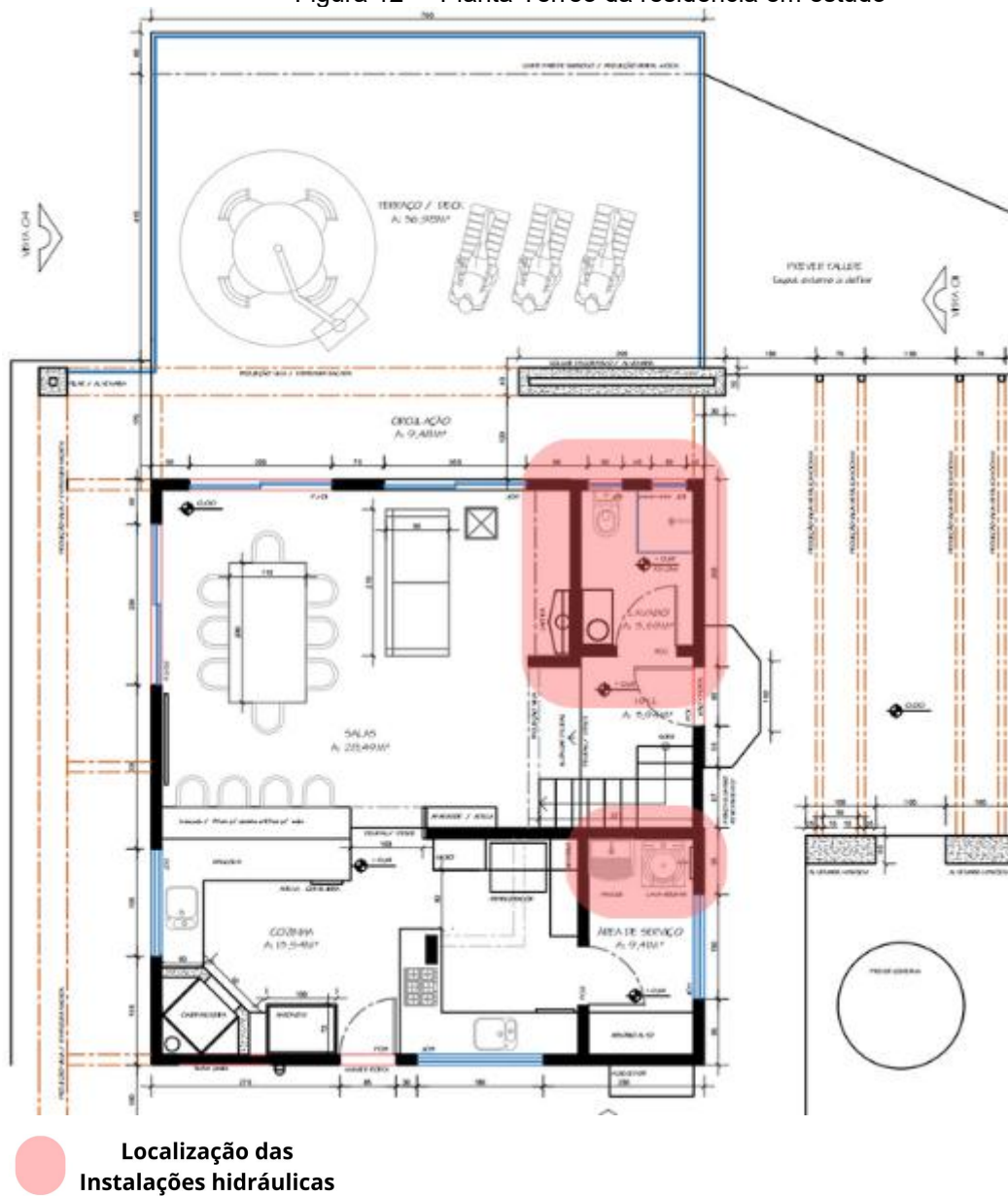
Figura 11 – Projeto arquitetônico da elevação lateral da residência unifamiliar



Fonte: Pietrobelli (2023)

Na planta apresentadas na Figura 12 é possível observar a localização do chuveiro e da lavanderia do primeiro pavimento, onde são geradas as águas cinzas, objeto de estudo deste trabalho.

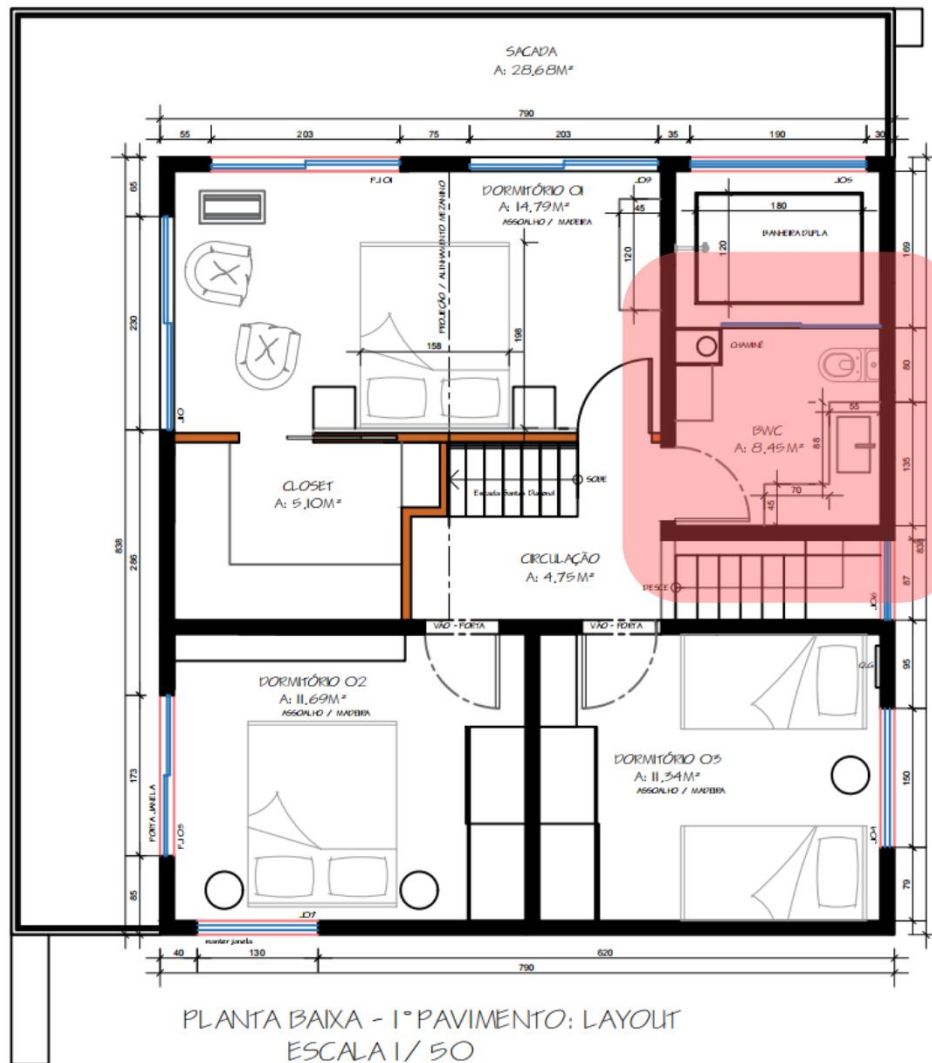
Figura 12 – Planta Térreo da residência em estudo



Fonte: Adaptado pela Autora de Pietrobelli (2023)

Na Figura 13, na planta baixa do segundo pavimento   possível observar a localização do chuveiro, onde são geradas as águas cinzas, objeto de estudo deste trabalho.

Figura 13 – Planta segundo andar da residência em estudo



 Localização das Instalações hidráulicas

Fonte: Adaptado pela Autora de Pietrobelli (2023)

4.2. Dimensionamento do sistema hidrossanitário

A partir do projeto arquitetônico, foi realizado um pré-dimensionamento das instalações hidrossanitárias da residência, seguindo os diâmetros mínimos estabelecidos pelas normas a NBR 5626 (ABNT, 2020) e a NBR 8160 (ABNT, 1999), que abordam respectivamente as normas para instalação predial de água fria e sistemas prediais de esgoto sanitário.

4.3. Dimensionamento do sistema de tratamento de águas cinzas

Com as vazões domésticas previamente dimensionadas, foi dimensionado o sistema de reúso de águas cinzas claras selecionado previamente. Para o dimensionamento foram consideradas as águas cinzas oriundas da máquina de lavar roupa e do chuveiro e sua destinação foi para o sistema de tratamento com reúso nas bacias sanitárias da residência.

A metodologia de cálculo adotada foi a abordada por Gonçalves (2006) no seu livro “Uso Racional da Água em Edificações”, publicado pela PROSAB (Equações 1 e 2), em que:

$$Q_{\text{chuveiro}} = N^{\circ}_{\text{habitantes}} \times Q_{\text{chuveiro (L/min)}} \times t \times f \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Q_{chuveiro} = Oferta de Águas cinzas geradas pelo chuveiro em L/dia

N° habitantes = número de pessoas na residência

t = tempo de banho em minutos

f = frequência de banhos por dia

$$Q_{\text{maq. lavar}} = Q_{\text{ciclo (L)}} \times f \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$Q_{\text{maq. lavar}}$ = Oferta de Águas cinzas geradas pela máquina de lavar em L/dia

f = frequência de utilização por dia

$Q_{\text{ciclo (L)}}$ = Litros gerados por lavagem

Para o cálculo da demanda de águas não potáveis, utilizou-se a água cinza como destino as bacias sanitárias, seguindo a metodologia proposta por Gonçalves (2006), conforme apresentada na Equação 3

$$Q_{\text{int}} = (N^{\circ}_{\text{habitantes}} \times N^{\circ}_{\text{descarga}} \times Q_{\text{aparelho}}) + 10\% \text{ perdas} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

Q_{int} = demanda bacia sanitária em litros por dia

Nº habitantes = número de pessoas na residência

Nº descarga = número de descargas por dia

$Q_{aparelho}$ = volume de água gasto por descarga dada no vaso sanitário (L/descarga)

O sistema de transporte e coleta dos efluentes do sistema de tratamento de águas cinzas, seguem os parâmetros estabelecidos pela NBR 8160 (ABNT, 2019b). Neste contexto, o dimensionamento das tubulações para coleta e transporte de águas cinzas foi realizado do mesmo modo que o dimensionamento das tubulações de esgoto predial através do método das UHC.

4.4. Escolha do método de tratamento de águas cinzas claras

A Figura 14 apresenta o fluxograma utilizado para a seleção do método de tratamento para o sistema de reúso de águas cinzas a ser adotado neste trabalho.

Figura 14 -Fluxograma metodologia



Fonte: A autora (2024)

Com base na revisão da literatura e no dimensionamento do sistema de águas cinzas, foi escolhido o método mais adequado para o tratamento, levando em consideração os seguintes critérios:

- Custo de implantação;
- Custo de manutenção e operação do sistema;
- Qualidade do tratamento oferecido;
- Espaço físico necessário para a instalação no terreno da residência.

4.5. Custos e Retorno do Investimento no Reúso de Águas Cinzas

Utilizando os valores fornecidos pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), foram desenvolvidos dois orçamentos da implantação do sistema de tratamento de águas cinzas, para os projetos elaborados nas etapas anteriores.

Foi utilizada a planilha de composições da SINAPI desonerado para este trabalho. Para o cálculo do orçamento não foi considerada a aplicação do BDI (Benefício e Despesas Indiretas), percentual aplicado sobre os custos diretos da obra, com o objetivo de cobrir despesas indiretas da execução e garantir o lucro da empresa contratante. Como o objetivo é estimar o custo do sistema e não ter lucro, o BDI não foi aplicado ao valor do orçamento. A composição da SINAPI inclui insumo e mão de obra, a planilha SINAPI utilizada como referência foi a de Setembro de 2024, referente ao Estado do Paraná.

Foram desenvolvidos dois orçamentos detalhados, utilizando os valores do SINAPI. O primeiro orçamento foi elaborado para o projeto com as instalações hidráulicas convencionais, enquanto o segundo foi elaborado para o projeto que incluiu as adaptações necessárias para a implementação do reúso de águas cinzas.

A comparação entre esses orçamentos possibilitou uma estimativa precisa do custo adicional associado à inclusão do sistema de reúso na residência.

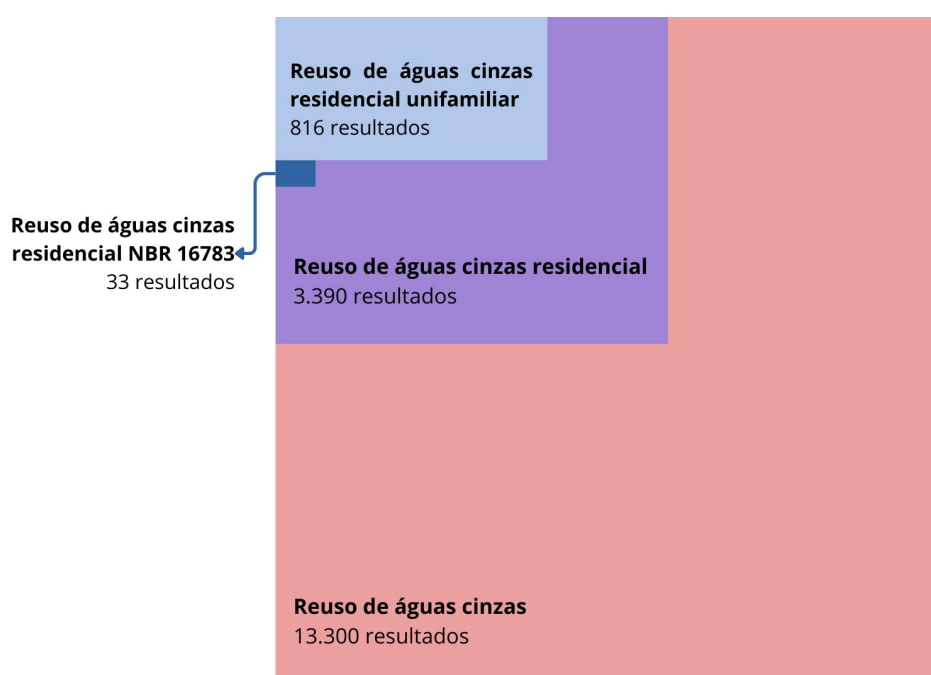
Fundamentado nos orçamentos também foi possível estimar o tempo de retorno do investimento (TRI) para então entender melhor os benefícios financeiros a longo prazo da implementação do sistema de reúso de águas cinzas.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Seleção de trabalhos técnicos e científicos

A busca inicial resultou em um grande volume de resultados, como apresentado na Figura 15, o que demandou a aplicação de filtros adicionais para refinar a seleção dos artigos.

Figura 15 - Gráfico representativo da quantidade de publicações com termos específicos no Google Scholar.



Fonte: A autora (2024)

Considerando a importância de estabelecer critérios de qualidade para o efluente tratado, optou-se por incluir na seleção estudos que utilizassem como referência normas técnicas ou regulamentações específicas para o reúso de águas cinzas.

Diante da ausência de estudos que utilizassem diretamente a resolução CERH Nº 122, que estabelece os padrões de qualidade para o reúso de águas cinzas no Paraná, decidiu-se utilizar a NBR 16783 como referência, uma vez que esta norma apresenta parâmetros de tratamento semelhantes. Então se utilizou a norma técnica NBR 16783 como termo chave, em conjunto com a expressão “reúso

de águas cinzas residencial”. A busca, delimitada a partir de 2014, retornou 33 publicações.

Após uma análise inicial dos títulos e resumos, foram selecionadas publicações que abordavam estudos de caso de reúso em residências. Das 33 publicações, 24 foram descartadas pois não abordavam a implantação do sistema de reúso de águas cinzas em residências e, desconsiderando a duplicação de publicações, foram selecionados 7 estudos.

Para as publicações selecionadas, conduziu-se um estudo analisando os sistemas propostos. O Quadro 1 apresenta, os títulos, autores e anos das publicações selecionadas para o estudo acerca dos sistemas de tratamento de águas cinzas adotados.

Quadro 1 - Publicações selecionadas no Google Scholar para este trabalho.

	Título	Autor(es)	Ano
1	Estudo para a elaboração de um manual de instalações para reúso de águas cinzas em edificações residenciais	L. Santos	2022
2	Uso de águas cinzas no Brasil: aspectos legais e qualitativos	T.H.S. Costa, S. Mota	2022
3	Análise da viabilidade técnica e econômica de implantação de um sistema de reúso de águas cinzas em um edifício multifamiliar em Santa Maria – RS	V. Tesser et. al.	2022
4	Viabilidade de implantação de sistema de reúso de águas cinzas em edificação residencial multifamiliar	Felix	2023
5	Implementação de sistemas de reúso de águas cinzas em uma edificação de médio porte: estudo de caso em um edifício em Florianópolis/SC	Costa e F. Mota	2023
6	Viabilidade do reúso de águas cinzas para fins não potáveis em residências unifamiliares à luz dos parâmetros técnicos e requisitos legais no Brasil	P. Monteiro	2023
7	Construções sustentáveis: projeto de edificações populares voltadas para o clima tropical	Campolina	2022

Fonte: A autora (2024)

O Quadro 2, apresenta um resumo de dados extraídos destes artigos (Quadro 1) quanto a vazão, quantidade habitantes e sistema de tratamento dos estudos selecionados a fim de embasar este trabalho.

Quadro 2 – Resumo de dados extraídos da literatura sobre oferta e demanda de águas cinzas (AC) de chuveiros, lavatório e máquinas de lavar roupas.

Referência	Origem	Destino após tratada	Demanda de AC (L/dia)	Oferta de AC (L/dia)	Nº de hab.	Demanda de AC (L/hab)	Tratamento da AC Adotado
Santos (2022)	Chuveiro e lavatório	Bacia sanitária e lavagem de piso externo	6600	22700	200	33,0	Similar a Gonçalves et al. (2019) peneira, filtro anaeróbio de fluxo ascendente e os alagados construídos de escoamento vertical, filtro de pressão com areia e desinfecção com cloro.
Costa e Mota (2022)	Chuveiro e lavatório	Bacia sanitária e irrigação área comum	-	-	224	-	ETAC Compacta comercial (Alfamec®)
Tesser et al. (2022)	Chuveiro e lavatório	Bacias sanitárias e lavagem de pisos	7000	11300	160	43,8	ETAC Compacta comercial (marca não especificada)
Felix (2023)	Chuveiro e lavatório	Irrigação área comum	31024	5119	224	138,5	Modelo de Gonçalves (2006) RAC, DEC, Tanque de equalização, FT**
Maldonado (2023)	Chuveiro e lavatório	Bacias sanitárias e lavagem de pisos garagem	17160	6579	199	86,2	ETAC Compacta (Alfamec®)
Monteiro (2023)	Máquina de lavar roupas	Descarga	32*	84,5*	3	319,3	Pré-filtros, ultrafiltração por membranas e cloração
Campolina (2022)	~	bacia sanitária, irrigação e lavagem de piso	212,98	384	4	53,2	ETAC Compacta (Águas cinzas®)

*Valores obtidos pela medição do sistema implementado

**Legenda: FT- Filtro terciário, RAC - Reator Anaeróbio Compartimentado, DEC - Decantador,

Fonte: A autora (2024)

Os estudos de Costa e Mota (2022), Campolina (2022), Tesser et al. (2022), Felix (2022), Maldonado (2022), Monteiro (2023) e Santos (2022) exploraram a viabilidade e os benefícios da implementação de sistemas de reúso de águas cinzas em diferentes tipos de edificações.

Costa e Mota (2022) abordaram os aspectos qualitativos da implementação do sistema de reúso de águas cinzas. O objeto de estudo foi um empreendimento com duas torres de 2 andares, situado em Fortaleza, Ceará, com uma média estimada de 224 pessoas morando nas torres durante o período da pesquisa. O sistema tinha capacidade de tratar 5000 litros por hora e foi fabricado pela Alfamec® Soluções Ambientais (Alfamec®, 2017). A área ocupada pela ETAC era de cerca de 17,80 m².

Campolina (2022) explorou o reúso de águas cinzas como uma forma de economizar água. O projeto de residência sustentável unifamiliar contava com área de 97,10 m². Para a obtenção das ofertas e demandas de águas cinzas, foram consideradas as águas provenientes de chuveiros, lavatórios, máquina de lavar e tanque. Após o tratamento, essas águas seriam destinadas a vasos sanitários, irrigação de jardim e lavagem de pisos de áreas externas. Como forma de tratamento, foi utilizada a ETAC compacta da marca Águas cinzas.

Tesser et al. (2022), com o objetivo de avaliar a viabilidade técnica e econômica do reúso de águas cinzas em edificações multifamiliares, selecionaram um projeto de edifício com 10 pavimentos, localizado em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Essa edificação, composta por 4 apartamentos de 67 m² por pavimento, serviu como estudo de caso para a aplicação de um sistema de reúso.

Felix (2022), com o objetivo de avaliar a viabilidade do reúso de águas cinzas em uma edificação residencial, selecionou um edifício com 7 pavimentos. O dimensionamento do sistema foi realizado considerando que cada apartamento era destinado a famílias de até 4 pessoas, totalizando 224 habitantes. Para o dimensionamento do sistema de tratamento, foram seguidas as diretrizes estabelecidas por Gonçalves et al. (2006), resultando na especificação dos componentes da ETAC. O sistema incluía caixa de entrada, RAC, FBAS, DEC, tanque de equalização, FT e processo de desinfecção da água tratada.

Maldonado (2022) analisa o reúso de águas cinzas em um edifício de médio porte em Florianópolis, para 199 habitantes. Para o sistema de tratamento, Maldonado, adotou uma ETAC Compacta da marca Alfamec®.

Monteiro (2023) desenvolveu um estudo sobre o reúso de águas cinzas, implantando um sistema que capta águas da máquina de lavar, com tratamento via pré-filtros, ultrafiltração por membranas e cloração, e reservatórios de armazenamento. Durante 13 meses (2020-2021), foram monitorados o consumo de água potável e a geração de águas cinzas, analisando o consumo médio, acionamentos das descargas e sua correlação com o consumo total.

Santos (2022) elaborou um Manual de Instalações para Reúso de Águas cinzas em Edificações Residenciais, baseado em um projeto para uma edificação multifamiliar de 25 pavimentos em Natal/RN. O sistema coleta águas cinzas de chuveiros e lavatórios, trata por meio de filtro anaeróbio e Wetlands construídos, e utiliza o efluente tratado nas bacias sanitárias. O manual detalha o dimensionamento das tubulações e sinalizações, seguindo a norma NBR 16783 (ABNT, 2019) para garantir segurança e conformidade.

5.2. Parâmetros de qualidade da água tratada

Entre os sete estudos analisados, três utilizaram equipamentos de tratamento de água (ETAC) disponíveis comercialmente. Desses três, dois adotaram o sistema de tratamento proposto por Gonçalves em seus trabalhos, enquanto os outros dois desenvolveram sistemas de tratamento próprios.

Quanto à análise da qualidade da água tratada, apenas os estudos de Costa e Mattos apresentaram uma avaliação qualitativa. Para os estudos de Felix (2023) e Santos (2022), que utilizaram o sistema de tratamento proposto por Gonçalves (2006) e Gonçalves (2019), foi possível comparar os resultados obtidos com os dados de qualidade da água apresentados originalmente por Gonçalves (2006).

A empresa Alfamec®, fornecedora da ETAC utilizada nos trabalhos de Maldonado (2023) e Costa e Mota (2022), disponibiliza em seu site informações sobre os parâmetros de qualidade da água tratada por seus equipamentos, o que permitiu uma comparação com os resultados dos outros estudos.

A Tabela 5, apresenta uma comparação dos parâmetros de qualidade estabelecidos pela CERH-PR Resolução N°122 e NBR 16783 com os parâmetros de qualidade obtidos nos estudos.

Os parâmetros ovos viáveis de helmintos, carbono orgânico total não foram apresentados em nenhum dos trabalhos consultados.

Tabela 5 Comparação da qualidade da água cinza tratada de acordo com os estudos selecionados.

Parâmetro	Unidade	CERH/PR Classe B	ABNT NBR 16783	Monteiro (2023)*	Gonçalves (2019)*	Bazzarella; Gonçalves (2005) citado por Gonçalves (2006)*	ETAC Alfamec
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	7,71			6,5 a 8,5
Coliformes termotolerantes ou Escherichia coli	UFC/100mL	1000	< 200 NMP/100mL	2 NMP/100mL	< 1	0	
Turbidez	UT	-	< 5,0	8,6	3,8	2,0	< 5,0
Cloro Residual Total	mg/L	0,5 a 2,0	-	0,79			
Cloro Residual Livre	mg/L	-	0,5 a 5,0	-			
Condutividade elétrica	µS/cm	≤ 3200	3200	-	-	-	-
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	-	2000	-	-	-	-
DBO ₅ , ²⁰	mgO ₂ /L	-	<20	-	9,6	5	

*Tipo de tratamento

- Monteiro (2023): pré-filtros, ultrafiltração por membranas e cloração
- Gonçalves (2019): filtro anaeróbio de fluxo ascendente, wetlands construídos de escoamento vertical, filtro de pressão com areia e desinfecção com cloro
- Bazzarella; Gonçalves (2005) citado por Gonçalves (2006): RAC, DEC, Tanque de equalização, FT

De acordo com os resultados apresentados pelos autores e comparados com a legislação vigente, observou-se que os sistemas analisados atendiam aos parâmetros exigidos. Dessa forma, para o reúso de águas cinzas destinadas a fins não potáveis, os sistemas poderiam operar com qualidade de tratamento sem comprometer a conformidade com os requisitos legais.

Como pôde ser observado na Tabela 5, não foi possível comparar todos os parâmetros exigidos pela legislação, devido à ausência de um estudo completo que contemplasse todas as análises necessárias. Esse fato evidencia a necessidade de mais pesquisas para alcançar uma conclusão mais robusta e segura sobre os sistemas de tratamento de águas cinzas em nível doméstico.

5.3. Avaliação de custos dos sistemas de reúso de águas cinzas nos trabalhos de literatura

Tesser et al. (2022) apresentaram uma estimativa de custos na implantação do sistema de reúso de águas cinzas.

De acordo com esses autores, a adoção do reúso de águas cinzas resultou em um acréscimo de 33% nos custos totais do sistema hidrossanitário em comparação com um sistema convencional. A maior parte desse aumento, cerca de 68%, foi atribuída ao custo da Estação de Tratamento de Águas cinzas (ETAC) que era composto pela estação compacta de tratamento comercializada.

Exceto Costa e Mota (2022), os demais estudos analisados apresentaram orçamentos para a implantação de sistemas de reúso de águas cinzas. A Tabela 6, compila os custos apresentados pelos autores para a implementação dos sistemas de reúso. A Tabela 7, apresenta uma comparação desses custos considerando o número de habitantes e o volume de água cinza tratada.

Tabela 6 - Custo sistema de águas cinzas dos trabalhos consultados

Autor (Ano)	Oferta de águas cinzas (L/dia)	Habitantes/residen cia	Custo da tubulação	Custo da estação de tratamento	Custo total do sistema de reúso
Santos (2022)	22700	200	R\$ 37.803,02	R\$ 28.864,49	R\$ 66.667,51
Felix (2023)	5119	224	R\$ 18.722,28	R\$ 15.233,81	R\$ 33.956,09
Maldonado (2023)	6579	199	R\$ 11.936,00	R\$ 113.625,33	R\$ 125.561,33
Campolina (2022)	384	4	R\$ 2.528,89	R\$ 3.943,02	R\$ 6.471,91

Fonte: A autora (2024)

Tabela 7 - Custo do sistema por volume tratado e por habitante

Autor (ano)	Oferta de águas cinzas (L/dia)	Habitantes/residência	Custo/ volume (R\$/L)	Custo (R\$/hab)
Santos (2022)	22700	200	R\$ 2,94	R\$ 333,34
Felix (2023)	5119	224	R\$ 6,63	R\$ 151,59
Maldonado (2023)	6579	199	R\$ 19,09	R\$ 630,96
Campolina(2022)	384	4	R\$ 16,85	R\$ 1.617,98

Fonte: A autora (2024)

Os valores apresentados nos estudos analisados indicam que o custo de implantação de um sistema de reúso de águas cinzas por litro de água tratada tende a diminuir à medida que aumenta o volume de água a ser tratado. Essa relação pode ser explicada pelo fato de que, em residências com um maior número de habitantes, a demanda por água é maior, o que geralmente resulta em sistemas com maior capacidade e, conseqüentemente, um custo unitário menor.

5.4. Estudo de caso: Projeto hidrossanitário para a residência unifamiliar

Para o dimensionamento do reservatório de água potável, adotou-se o consumo médio diário estabelecido pela NBR 12218, que trata do dimensionamento de reservatórios de água fria e recomenda um consumo médio de 150 litros por dia por pessoa.

Assim, para quatro pessoas, determinou-se uma demanda de 600 litros por dia. Segundo a NBR 12218, o reservatório deve ter capacidade de abastecimento para dois dias e meio, a fim de garantir um suprimento adequado em situações de interrupção do abastecimento, manutenção ou aumento de demanda.

Reserva para 2 dias e meio

$$V_{2,5dias} = 2,5 * C_D$$

$$V_{2,5dias} = 2,5 * 600$$

$$V_{2,5dias} = 1500L$$

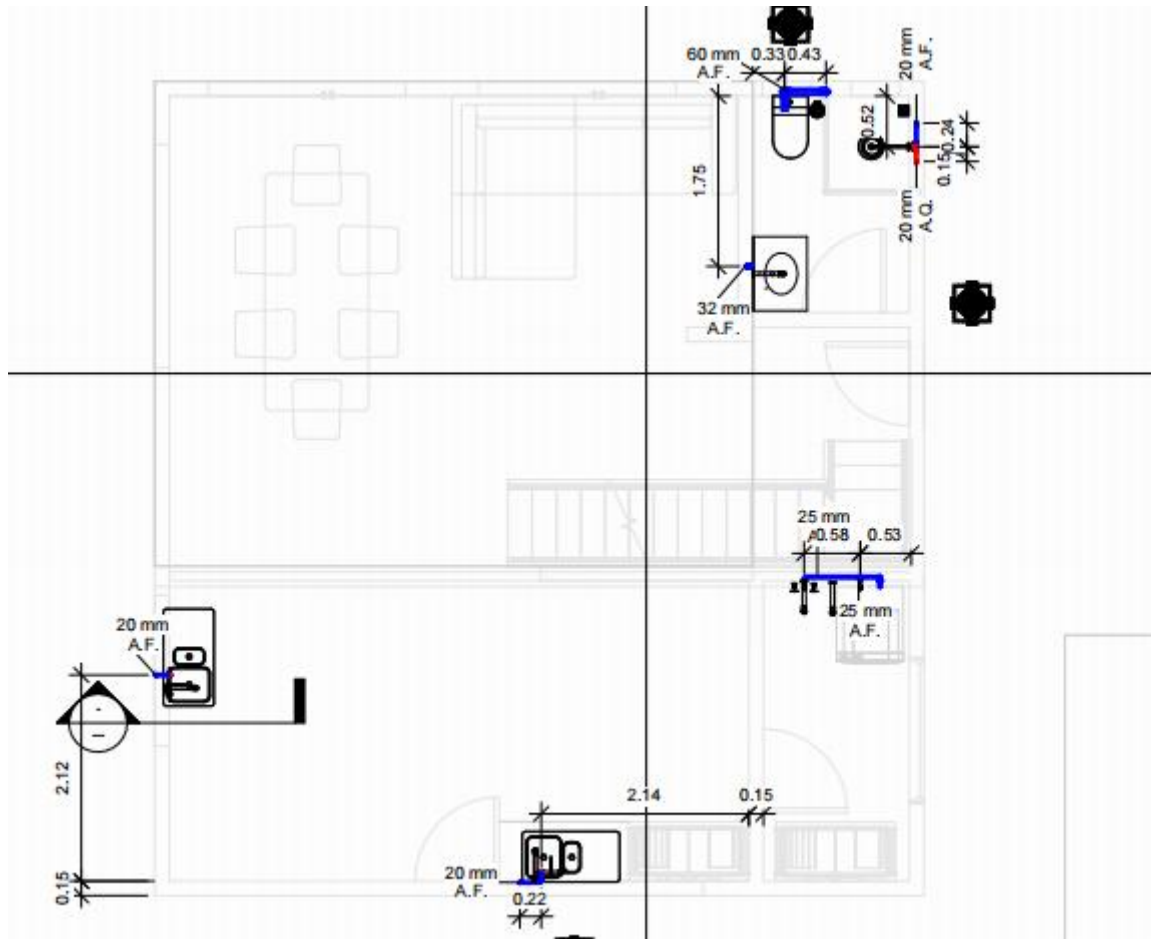
O reservatório de água potável deve ser localizado na parte superior da residência e ser abastecido com água da rede pública. Considerando o volume total calculado para a residência, O projeto hidráulico da residência prevê um reservatório de água fria de 2.000 litros.

De acordo com as normas vigentes, a pressão do abastecimento de água deve estar entre 10 e 40 mca, assegurando a eficiência no suprimento do reservatório.

Os ramais e sub-ramais da residência são alimentados por gravidade, devido à altura da caixa d'água. Os ramais e sub-ramais de abastecimento dos equipamentos, atendem os diâmetros mínimos estabelecidos pela NBR 5626:2020.

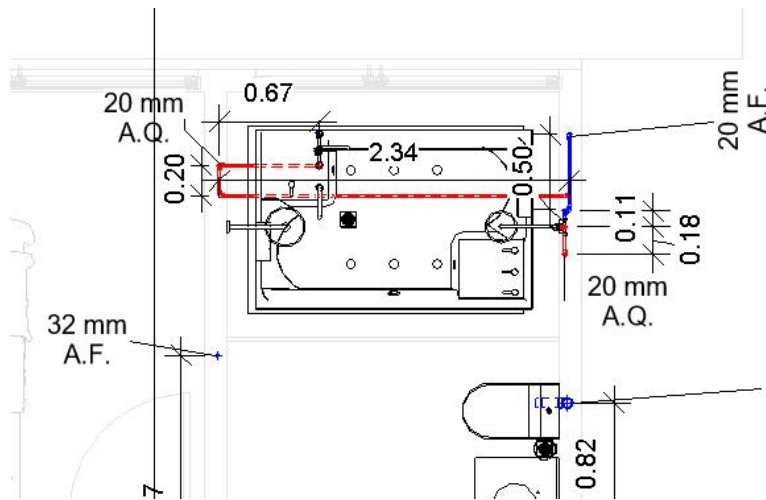
As Figuras 16 e 17 apresentam a disposição dos equipamentos hidrossanitários na residência, no pavimento térreo e superior, respectivamente. As plantas baixas indicam a localização dos equipamentos, suas respectivas fontes de alimentação e os diâmetros das tubulações que os abastecem.

Figura 16 -Planta baixa Água Fria Térreo da residência unifamiliar do estudo.



Fonte: A autora (2024)

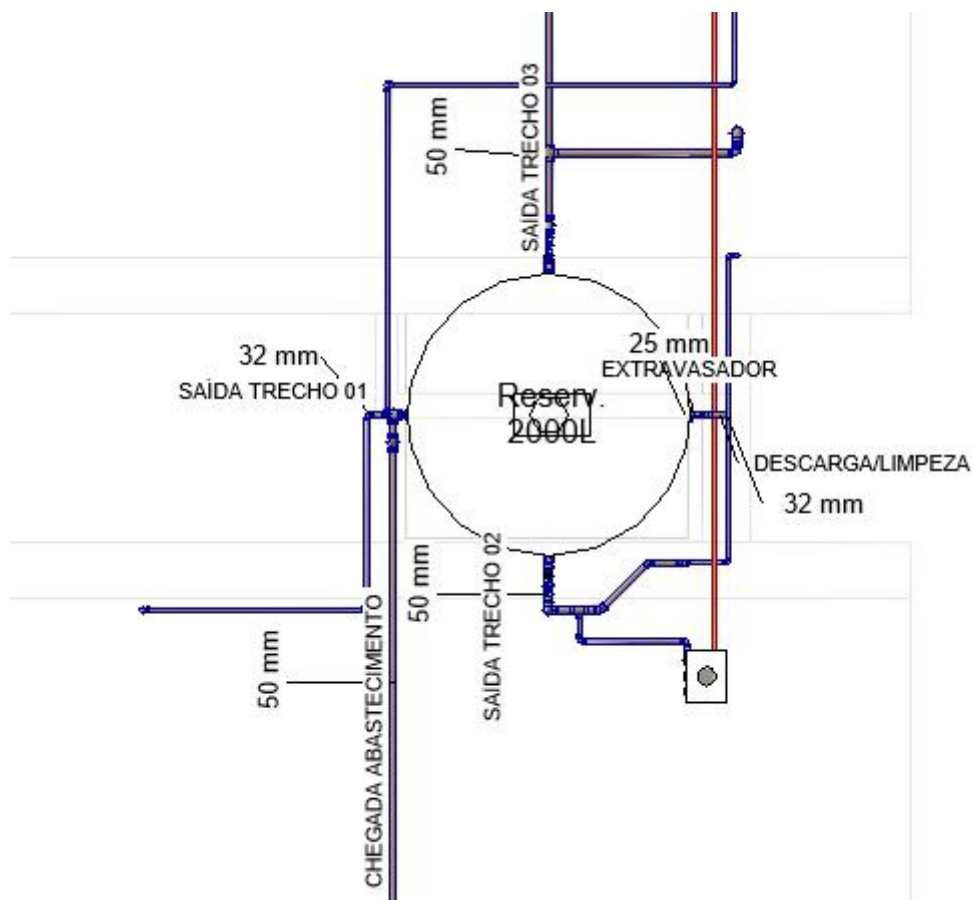
Figura 17- Planta baixa Água Fria Superior



Fonte: A autora (2024)

A Figura 18 apresenta a planta baixa do reservatório, indicando a identificação dos ramais e o diâmetro nominal adotado para cada um.

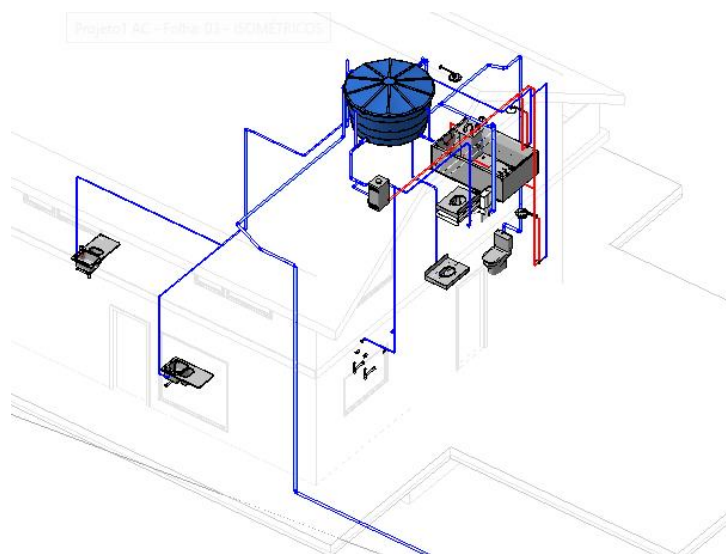
Figura 18 - Planta Baixa Reservatório



Fonte: A autora (2024)

A Figura 19 apresenta o isométrico do sistema de água fria e quente, onde as tubulações em azul representam o sistema de água fria, enquanto as tubulações em vermelho correspondem ao abastecimento de água quente, proveniente do aquecedor a gás.

Figura 19-Isométrico Água Fria



Fonte: A autora (2024)

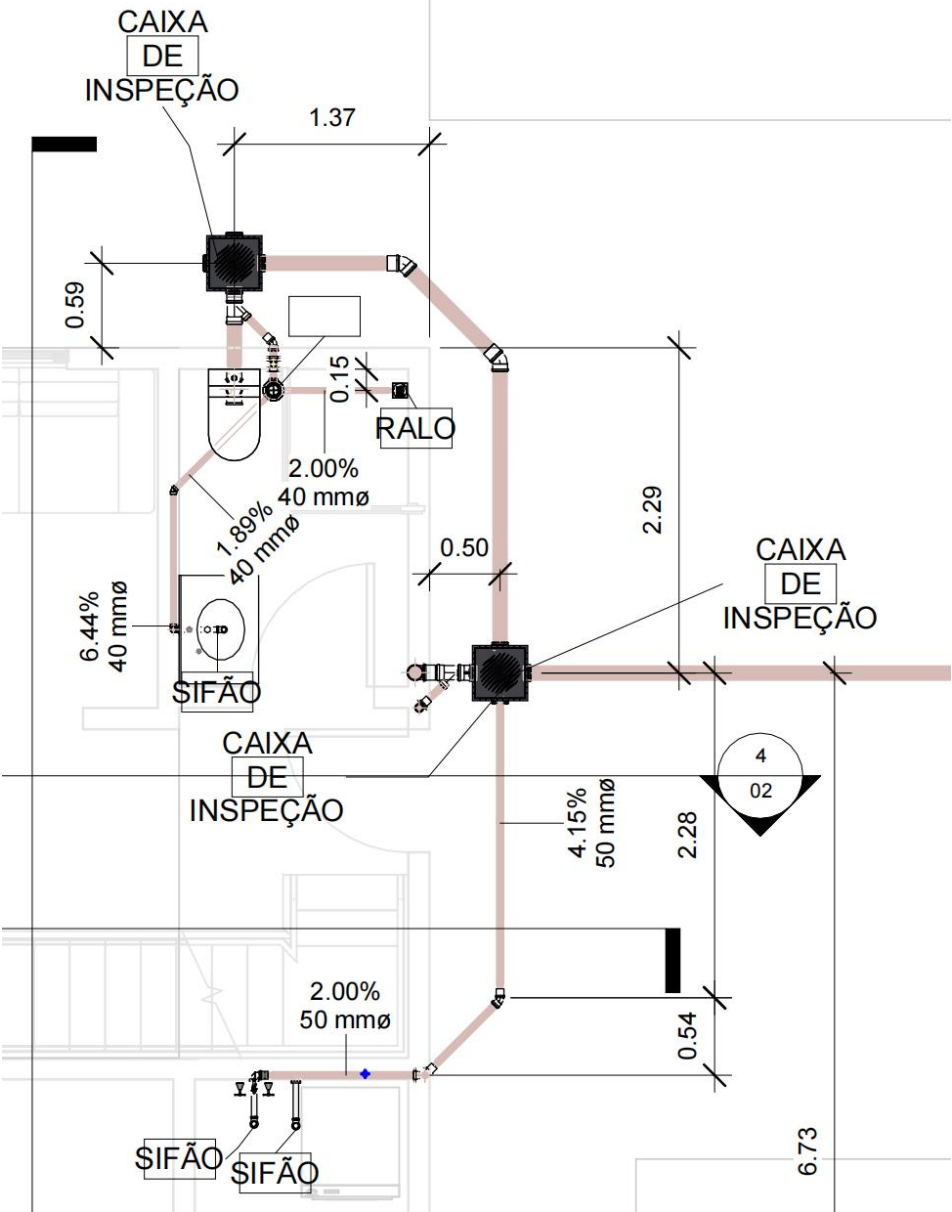
Os projetos executivos do sistema de Água Fria e Quente, da residência compostos por plantas, cortes e isométricos, estão apresentados no Anexo A.

5.5. Sistema de esgotamento sanitário da residência unifamiliar

Para o dimensionamento preliminar das tubulações de esgoto, foram adotados os diâmetros mínimos conforme estabelecido pela NBR 8160:1999, juntamente com as declividades mínimas correspondentes indicadas pela mesma.

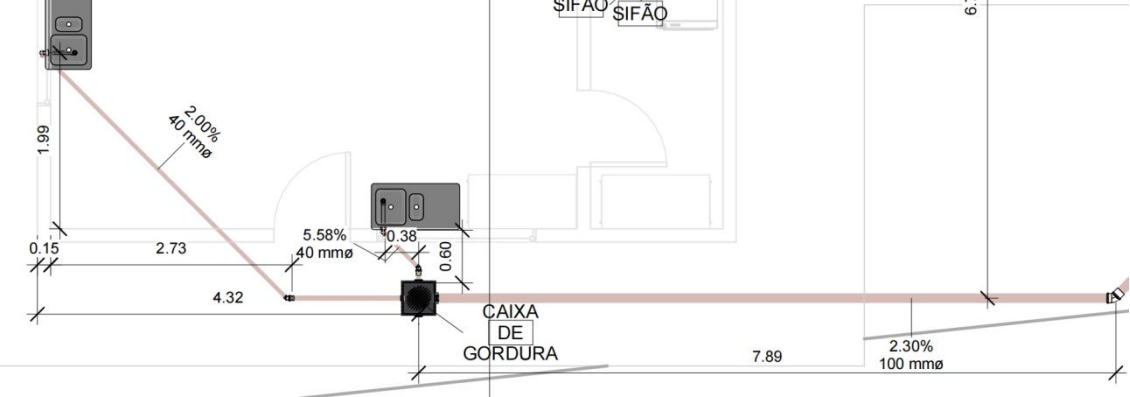
As Figuras 20 e 21 mostram a planta baixa do pavimento térreo do sistema de esgoto da residência, com os respectivos diâmetros e declividades das tubulações. A Figura 22 exhibe a planta baixa do banheiro localizado no piso superior da residência, também indicando os diâmetros e inclinações das tubulações.

Figura 20-Planta Baixa Esgoto Térreo



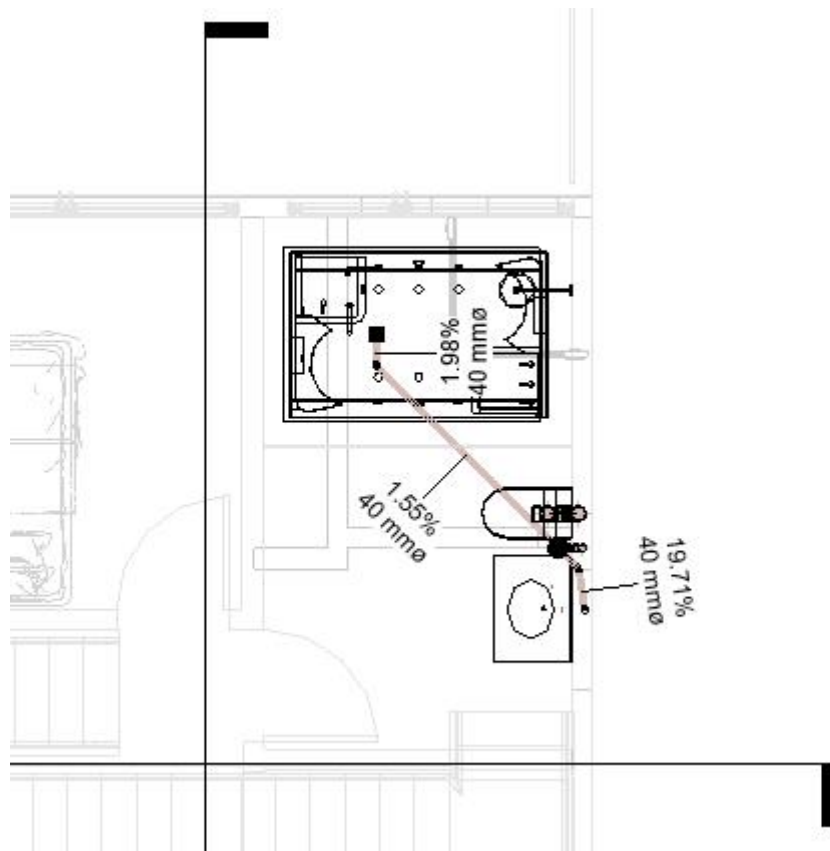
Fonte: A autora (2024)

Figura 21-Planta Baixa Esgoto Térreo



Fonte: A autora (2024)

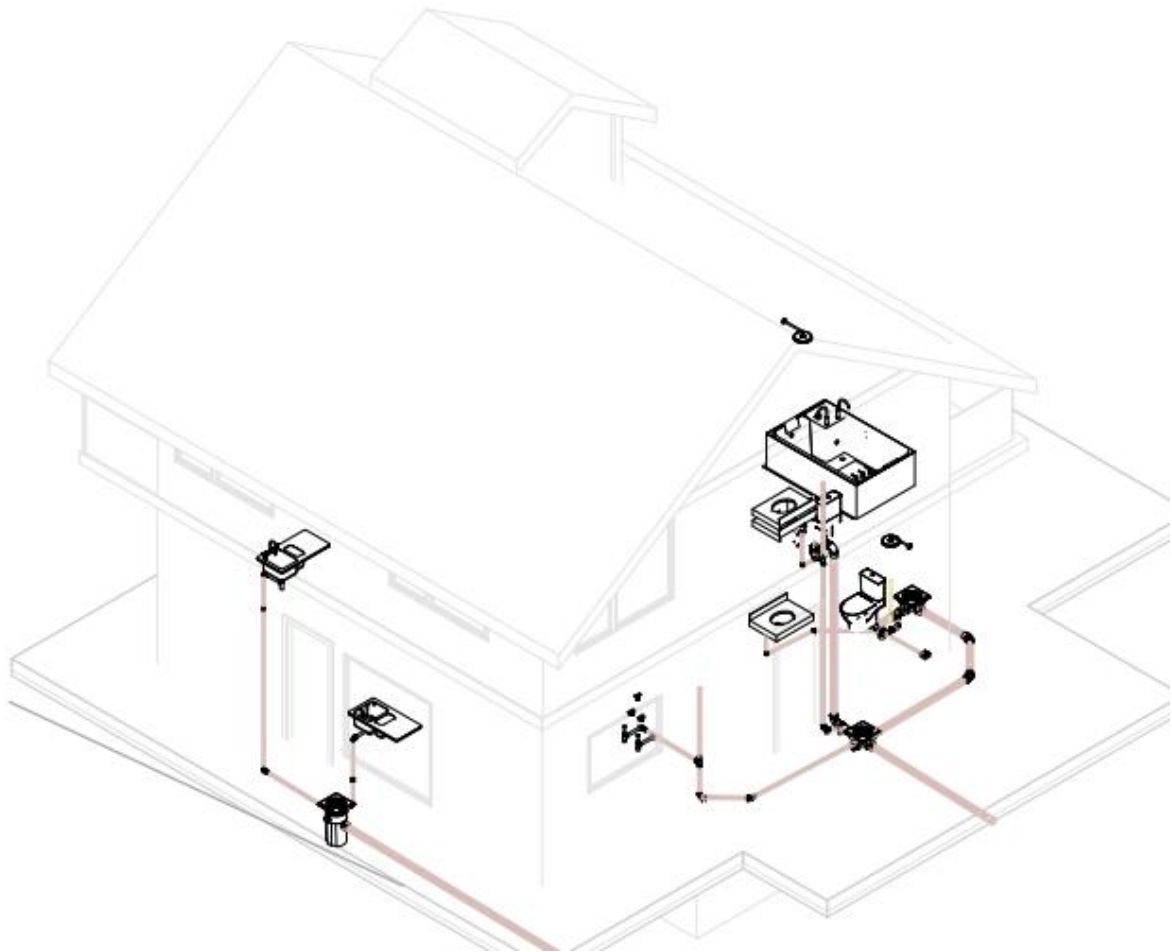
Figura 22-Planta Baixa Esgoto Superior



Fonte: A autora (2024)

A Figura 23 ilustra o isométrico do sistema de esgoto predial da residência. Os projetos executivos do sistema de esgoto, compostos por plantas, cortes e isométricos, estão detalhados no Anexo A.

Figura 23-Isométrico Esgoto Sanitário



Fonte: A autora (2024)

5.6. Sistema de reúso de águas cinzas

A segundo Gonçalves (2006) no seu livro “Uso Racional da Água em Edificações”, publicado pela PROSAB. Para as demandas tem:

No referido livro, Gonçalves adota 4 minutos como tempo de banho, considerando a influência significativa que o tempo de banho tem na estimativa da demanda de água cinza. É importante destacar que os hábitos e costumes podem alterar o tempo de banho, impactando diretamente na estimativa de oferta de água cinza.

Para uma estimativa mais precisa da oferta de água proveniente dos chuveiros, neste trabalho foi realizada uma média de duração dos banhos de alguns moradores da região. Essa abordagem considera que os hábitos e costumes

individuais podem interferir significativamente no tempo de banho, proporcionando uma estimativa mais realista e ajustada à realidade local.

Tabela 8 Média de tempo de banho agrupada por gênero

Gênero	Número de Amostras	Tempo Médio (min)
Masculino	8	7,51
Feminino	5	4,98

Fonte: A autora (2024)

A partir dos dados coletados sobre o tempo de duração dos banhos, foi calculada uma média de 6,42 minutos por banho. Conforme os fornecedores, a vazão de chuveiros tipo ducha de fluxo médio é de 10 a 12 L por min. Adotando esses valores e a frequência de banho adotada por Gonçalves (2006), estima-se a oferta de águas cinzas através da equação:

$$Q_{\text{chuveiro}} = N^{\circ}_{\text{habitantes}} \times Q_{\text{chuveiro (L/min)}} \times t \times f$$

$$Q_{\text{chuveiro}} = 4 \times 10 \times 6,42 \times 1$$

$$Q_{\text{chuveiro}} = 256,8 \text{ L/dia}$$

A fim de garantir um abastecimento constante e otimizar o sistema de reúso, este estudo utilizou-se também da oferta de águas cinzas proveniente da máquina de lavar roupa. Seguindo os dados de Gonçalves (2006), foi adotado um consumo médio de 108 litros por ciclo de lavagem. Considerando a realização de um ciclo por dia, esse valor foi utilizado para determinar a oferta diária de águas cinzas provenientes desse eletrodoméstico.

$$Q_{\text{maq. lavar}} = Q_{\text{ciclo (L)}} \times f$$

$$Q_{\text{maq. lavar}} = 108 \times 1$$

$$Q_{\text{maq. lavar}} = 108 \text{ L/dia}$$

A quantidade total de águas cinzas foi calculada somando-se as vazões da máquina e do chuveiro, resultando em um total de 364,8 litros por dia.

De acordo com Gonçalves (2006), a demanda interna é estimada considerando apenas o volume de água utilizado nos vasos sanitários, acrescido de

um potencial de perdas de 10%. Ele considera que cada descarga utiliza 6 litros de água, com uma média de 5 descargas por dia.

A demanda interna corresponde apenas ao volume de água a ser utilizada nos vasos sanitários, acrescida de um potencial de perdas de 10%.

$$Q_{\text{vaso sanitário}} = N^{\circ}_{\text{habitantes}} \times N^{\circ}_{\text{descargas/dia}} \times Q_{\text{Descarga (L)}} \times \text{Perdas}_{10\%}$$
$$Q_{\text{vaso sanitário}} = 4 \times 5 \times 6 \times 1,1$$
$$Q_{\text{vaso sanitário}} = 132\text{L/dia}$$

5.7. Escolha do sistema de tratamento da residência unifamiliar

Para o sistema de tratamento de águas cinzas, optou-se pela utilização de uma Estação de Tratamento de Águas cinzas (ETAC) compacta. A escolha pela ETAC compacta se deve à sua maior facilidade de instalação e manutenção, além de ocupar um espaço menor no terreno.

Foram realizadas pesquisas sobre estações de tratamento compactas de águas cinzas disponíveis no mercado para reúso, com o objetivo de identificar soluções comerciais que atendam às demandas do estudo. Os principais resultados encontrados, incluindo características técnicas e custo-benefício, estão sintetizados na tabela 9 .

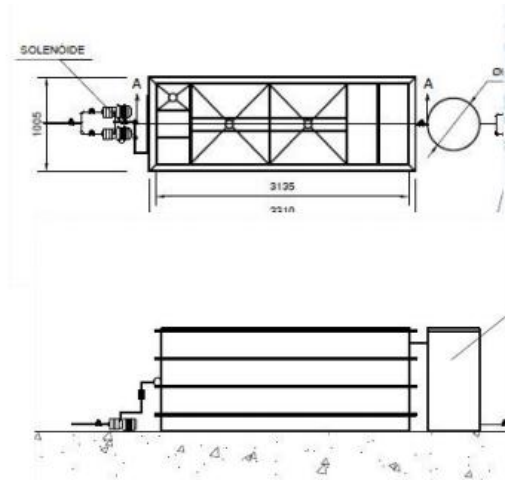
Tabela 9 - Resumo ETAC comericias

Marca	Tratamento	Capacidade	Custo	Custo de operação
Eco Sustentável®	floculadores, decantador, caixa de contado e poço de sucção	-	-	R\$ 2,60/ m³
Projeta Ambiental	Filtração	0,5 e 15 m3/h	-	-
Alfamec®	Floculador, Decantrador, Filtro	800 L/h	R\$ 113.625,33	-
Águas Cinzas®	Filtro de Carvão e desinvecção com cloro	2000 L/d	R\$ 1.970,00.	-

Fonte: A autora (2024)

A Figura 24 corresponde ao desenho técnico da ETAC da marca Eco Sustentável, conhecida por sua eficiência em sistemas residenciais de pequeno porte. A Figura 25 ilustra a estação filtradora da empresa Projeta Ambiental, destacada por sua versatilidade e robustez em aplicações comerciais. Já a Figura 26 apresenta a ETAC da Alfamec, utilizada no estudo de Maldonado (2023), projetada para atender edifícios de médio porte com alta eficiência na remoção de poluentes. Por fim, a Figura 27 exibe a ETAC da marca Águas Cinzas.

Figura 24 - ETAC Eco Sustentável fluxograma e planta dos tratamentos



Fonte: Eco Sustentavel® (2024)

Figura 25 - ETAC Projeta Ambiental



Fonte: Projeta Ambiental (2024)

Figura 26 - ETAC Alfamec®



Fonte: Alfamec (2024)

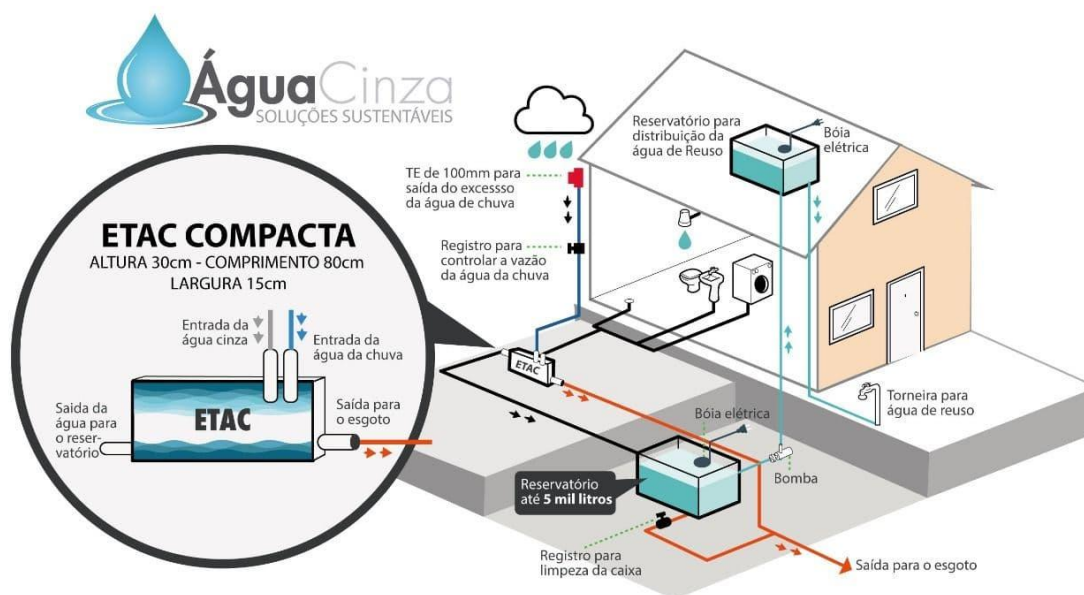
Figura 27 - ETAC Águas Cinzas®



Fonte: Águas cinzas (2024).

A ETAC compacta, da marca Águas Cinzas®, utilizada por Campolina (2022), foi a que melhor se enquadrou na faixa de vazão estimada neste trabalho. Pois, segundo a empresa, sua estação tem capacidade de tratar até 2000 L/d.

Figura 28 - Fluxograma ETAC Águas cinzas®



Fonte: Águas cinzas (2024)

A tecnologia apropriada é aquela que segue as normas locais para águas cinza e que corresponde à quantidade e qualidade da água em relação ao seu uso pretendido(Bazzarela). Segundo Jeferson, quando as águas cinza são reutilizadas em vasos sanitários de grandes edifícios, é necessário realizar o tratamento e o armazenamento de grandes volumes de água antes do reuso. Para isso, tecnologias apropriadas incluem tratamentos físicos, químicos ou biológicos, além de sistemas de armazenamento de grande escala.

A empresa Águas cinzas comercializa em seu site uma estação compacta de tratamento de águas cinzas para residências (Figura 28), com valor unitário de R\$ 1.970,00. A companhia sugere a instalação de dois reservatórios, sendo um deles destinado à decantação. Com esse sistema, a Águas cinzas afirma que a água tratada apresenta turbidez de 5% ou menos.

A empresa, localizada em Brasília, atesta que o tratamento proposto para as águas cinzas cumpre integralmente os parâmetros de qualidade exigidos pela ADASA (Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal) que é reguladora responsável por garantir o saneamento básico no Distrito Federal.

Os parâmetros mencionados são estabelecidos pela Resolução ADASA nº 005, de 9 de maio de 2022, que prevê, para o uso em descarga de bacias sanitárias e mictórios, lavagem de logradouros, pátios, garagens e áreas externas, lavagem de veículos, irrigação para fins paisagísticos e uso ornamental, que a água cinza tratada deve atender aos requisitos da NBR 15783 (ABNT, 2019).

Em 2023, a Águas cinzas foi reconhecida pela ADASA com o prêmio Guardião da Água, em virtude de suas práticas de reúso de água cinza.

Em contato realizado por WhatsApp, a empresa Águas Cinzas forneceu os resultados da análise da água de reúso tratada instalada no condomínio do Edifício Buriti, localizado na SQSW Quadra 300, Bloco B, Brasília - DF, coletada em 17/10/2024. A análise foi realizada pelo laboratório Quinosan, e os dados obtidos foram comparados aos parâmetros estabelecidos pela CERH-PR, conforme a Resolução Nº 122. Os resultados estão apresentados na tabela 10 abaixo.

Tabela 10 - Comparação parâmetros CERH/PR (2023) e parâmetros de qualidade da água cinza da tratada fornecida pela empresa Águas cinzas.

Parâmetro	Unidade	CERH/PR 2023	Resultados ficha de análise águas cinza (2024)
		Classe A	
pH	-	6,0 a 9,0	7,74
Coliformes termotolerantes ou Escherichia coli	-	1000 UFC/100mL	<3NPM/100mL
Cloro Residual Total	mg/L	0,5 a 2,0	1,5
Cloro Residual Livre	mg/L		
Condutividade elétrica	µS/cm	≤ 3200	873

Fonte: A autora (2024)

Diante da análise das estações compactas disponíveis comercialmente para este estudo, optou-se pela escolha da ETAC compacta da marca Águas Cinzas®. A decisão foi baseada em vários fatores que a tornam a alternativa mais vantajosa em comparação com outras opções. Primeiramente, destaca-se o menor custo de implantação, tornando o investimento mais viável. Além disso, a ETAC da marca Águas Cinzas requer um espaço físico reduzido para instalação, o que é especialmente relevante no ambiente residencial. Outro ponto crucial foi a compatibilidade da vazão de tratamento com a demanda da residência, garantindo eficiência no tratamento dos efluentes. Além disso, de acordo com os dados fornecidos pela empresa, a qualidade do tratamento oferecido atende aos parâmetros estabelecidos pela Resolução N° 122 do CERH-PR, garantindo a conformidade com as normas vigentes.

5.8. Projeto completo do sistema de águas cinzas na residência referência

Ao considerar a escolha da ETAC da marca Águas Cinzas® para a elaboração do projeto, foram levadas em conta as recomendações da empresa, as quais foram devidamente incorporadas à concepção do sistema.

Dentre essas recomendações, destacam-se a obrigatoriedade da identificação das tubulações externas pela cor cinza, a instalação de um by-pass para água potável no reservatório de distribuição, a inclusão de registros na parte inferior dos reservatórios para facilitar o esgotamento durante a manutenção, e a instalação de extravasores para prevenir o transbordamento em caso de falha da eletrobóia. Além disso, a instalação de um registro entre a caixa de inspeção e a ETAC, bem como um extravasor na caixa de inspeção para situações de manutenção.

O projeto das instalações hidrossanitárias com sistema de reuso de águas cinzas foi desenvolvido a partir da adaptação dos projetos de água fria e esgoto elaborados para a residência. Para o dimensionamento das tubulações, foram aplicados os mesmos parâmetros estabelecidos pelas normas NBR 8160 (1999) e NBR 5626 (ABNT, 2020), complementados pelas recomendações da NBR 16783 (2019). Dentre as principais diretrizes para as tubulações, destacam-se:

Materiais da Tubulação:

- **Materiais inertes e não tóxicos:** A norma recomenda o uso de materiais inertes e não tóxicos para a tubulação, como PVC, polietileno de alta densidade (PEAD) e cobre. Esses materiais devem resistir à corrosão e aos produtos químicos presentes na água cinza.
- **Juntas e conexões:** As juntas e conexões devem ser estanques e resistentes aos produtos químicos utilizados no tratamento da água.

Projeto da Tubulação:

- **Separação da rede de água potável:** A tubulação para água cinza deve ser completamente separada da rede de água potável, evitando qualquer possibilidade de contaminação cruzada.
- **Identificação:** A tubulação de água cinza deve ser identificada visualmente de forma clara e permanente, utilizando cores ou outros sistemas de identificação.
- **Inclinação:** A tubulação deve ser instalada com inclinação adequada para garantir o escoamento da água por gravidade e evitar a formação de bolsões de ar.
- **Válvulas:** A instalação de válvulas permite o isolamento de trechos da tubulação para facilitar a manutenção e limpeza.
- **Ventilação:** A tubulação deve ser ventilada adequadamente para evitar a formação de vácuo e facilitar o escoamento da água.

Além disso para a concepção do sistema, foi realizada uma visita técnica às instalações do Ambulatório de Especialidades Médicas (AME) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) com o objetivo de analisar um sistema de reúso de água pluvial em construção adjacente ao Hospital Universitário.

A análise do projeto executivo e a inspeção *in loco* permitiram compreender detalhadamente o funcionamento do sistema. O sistema foi projetado para captar a água da chuva por meio de canaletas, direcionando-a para uma cisterna subterrânea, apresentada na Figura 29 . Após o tratamento, a água é bombeada para um reservatório superior, sendo distribuída por gravidade para as bacias sanitárias.

Figura 29- Cisterna

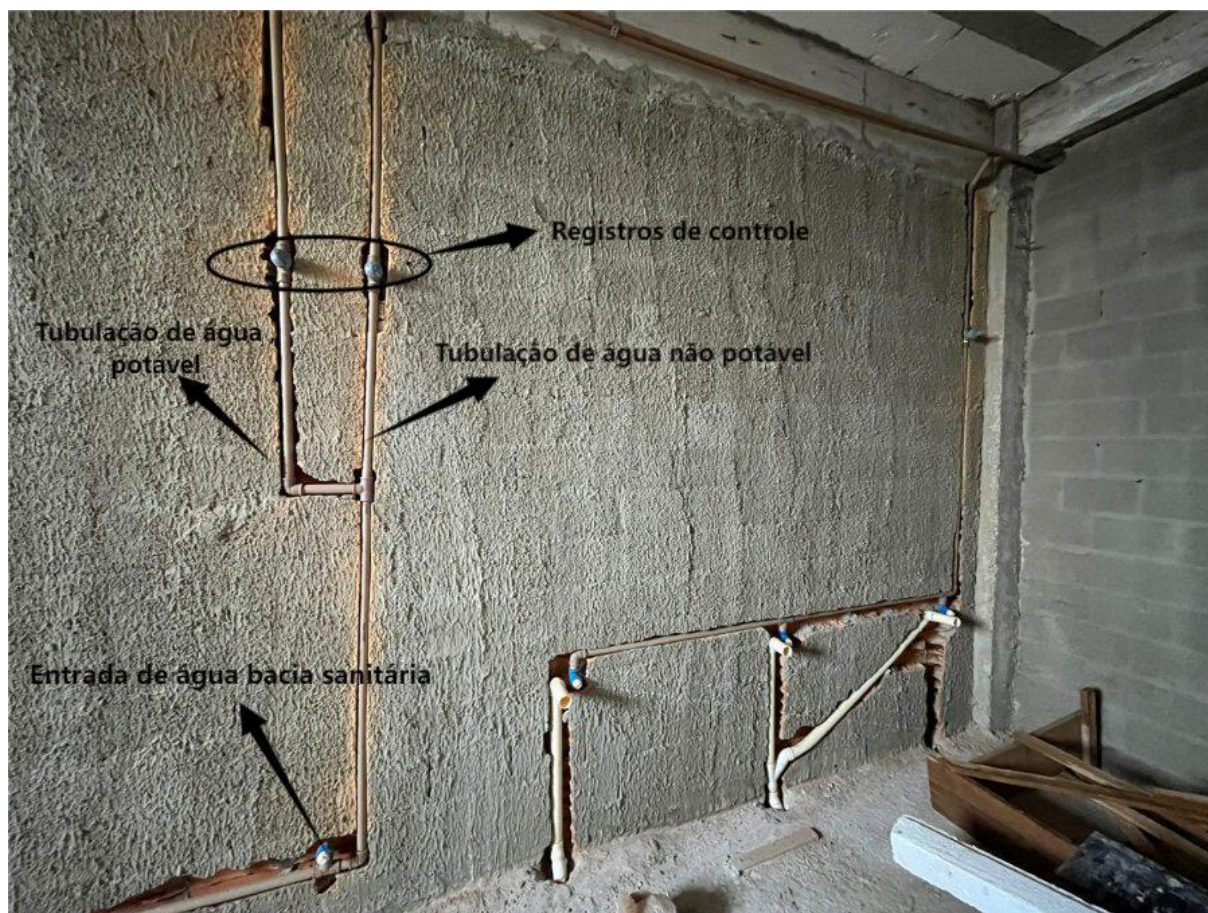


Figura 30- Reservatório de água cinza pluvial tratada



No entanto, a análise do projeto revelou algumas limitações. Não foi prevista uma fonte alternativa de abastecimento de água potável para o reservatório em caso de indisponibilidade da água de chuva. Além disso, a inexistência de um registro geral dificulta o controle e a manutenção do sistema, uma vez que os registros de controle de abastecimento, para seleção da água potável ou água da chuva tratada, são individualizados e encontram-se nos sanitários, próximos às bacias sanitárias, como apresentado na Figura 31. A operação individualizada dos registros das bacias sanitárias, pode comprometer a eficiência do sistema.

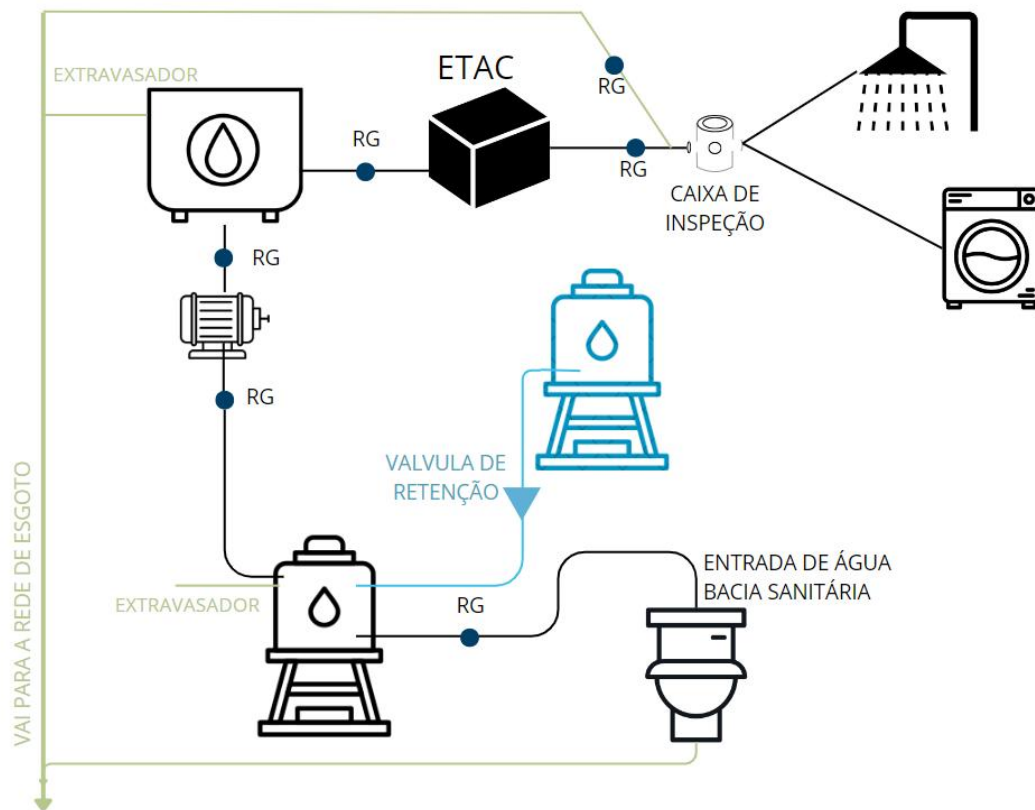
Figura 31 - Instalações hidrossanitárias do AME



A visita técnica proporcionou *insights* valiosos para a otimização de sistemas de reúso de água pluvial, evidenciando a importância de um projeto detalhado, considerando aspectos como a redundância do sistema, a facilidade de operação e a manutenção.

A Figura 32 apresenta o diagrama do funcionamento do sistema de reúso de águas cinzas projetado para a residência.

Figura 32 - Diagrama do sistema projetado de tratamento de águas cinzas

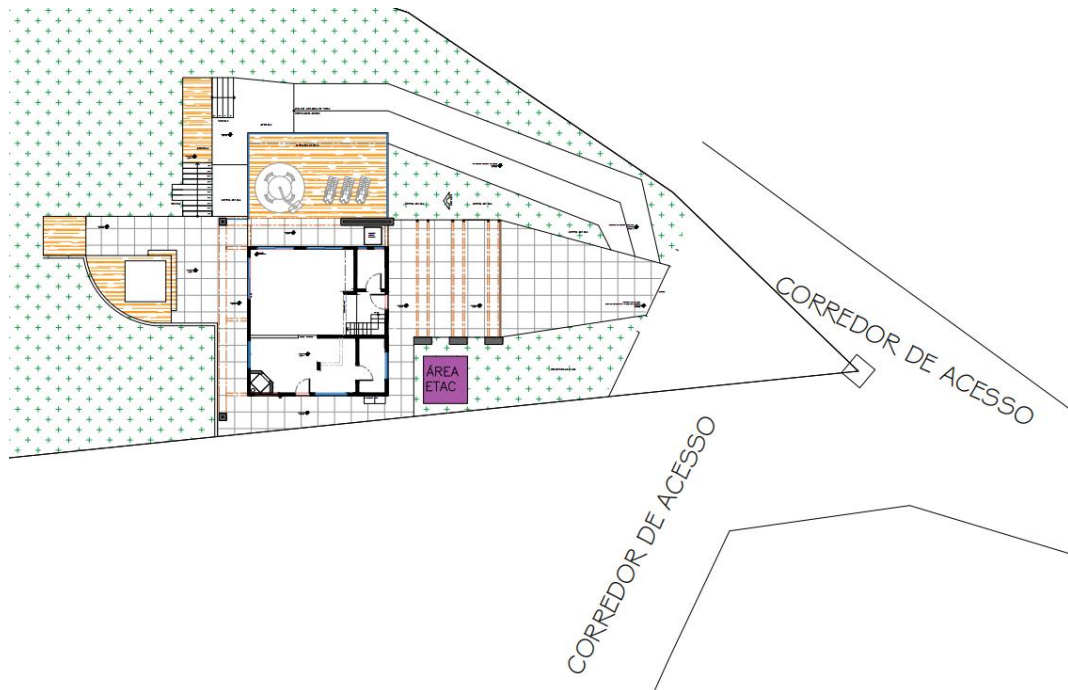


Fonte: A autora (2024)

O sistema de tratamento de água cinza projetado para a residência, deve operar por gravidade, conduzindo o efluente dos ralos dos chuveiros e máquina de lavar até a estação de tratamento.

A Figura 33 ilustra a planta baixa da residência, destacando a adaptação das tubulações com a inclusão das tubulações de transporte de águas cinzas. As tubulações em cor magenta são responsáveis pelo transporte da água cinza pré-tratamento, enquanto as tubulações em verde transportam a água pós-tratamento.

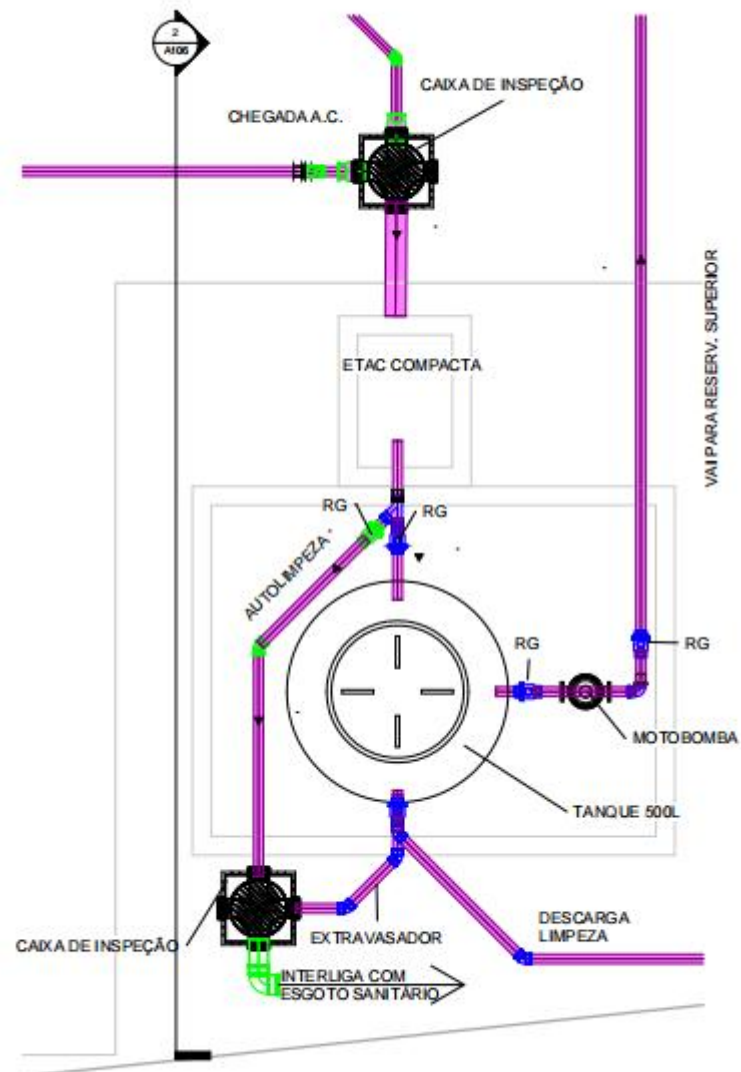
Figura 34 – Localização da área das unidades de tratamento em relação a residência



Fonte: A autora (2024)

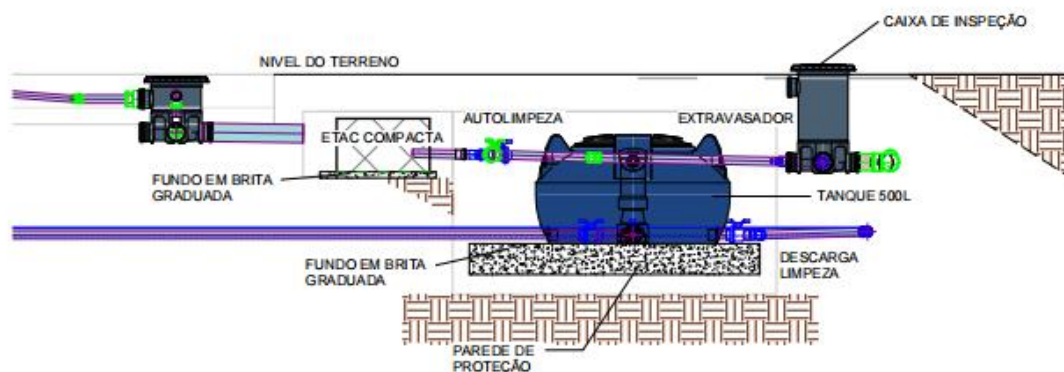
Na área indicada na Figura 34, foi projetada a locação da ETAC, um reservatório de 500 litros e a motobomba para recalcar para o reservatório superior. A capacidade de armazenamento de 500 litros, dimensionada para atender à demanda por três dias, garante a autonomia do sistema e a otimização da utilização da água tratada. A localização estratégica da estação e da motobomba contribui para a eficiência operacional do sistema. As Figura 35 e Figura 36 apresentam, respectivamente, a planta baixa e o corte do sistema projetado.

Figura 35 - Detalhe da planta baixa do sistema de reúso



Fonte: A autora (2024)

Figura 36 - Corte do sistema de reúso

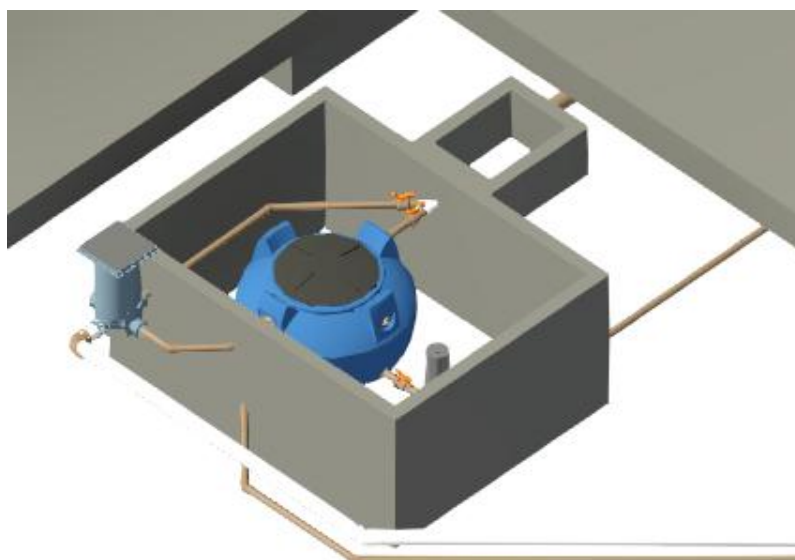


Fonte: A autora (2024)

O sistema foi projetado com registros para facilitar a manutenção de seus componentes, e tubulações de extravasão e descarga, em todas as unidades, conectadas à rede de esgoto sanitário residência.

Considerando que o sistema opera por gravidade, as tubulações foram projetadas com uma inclinação mínima de 2%, utilizando diâmetro nominal (DN) 50, conforme as recomendações do fabricante da Estação de Tratamento de Águas cinzas (ETAC). O sistema foi projetado para ficar abaixo do nível da residência, garantindo sua operação por gravidade. Visando facilitar a manutenção, foi prevista a instalação de uma caixa de proteção, com o fundo preenchido por brita graduada para otimizar o escoamento e a drenagem. A Figura 37, apresenta o isométrico do sistema com a caixa de proteção projetada.

Figura 37- Isométrico sistema de reúso



Fonte: A autora (2024)

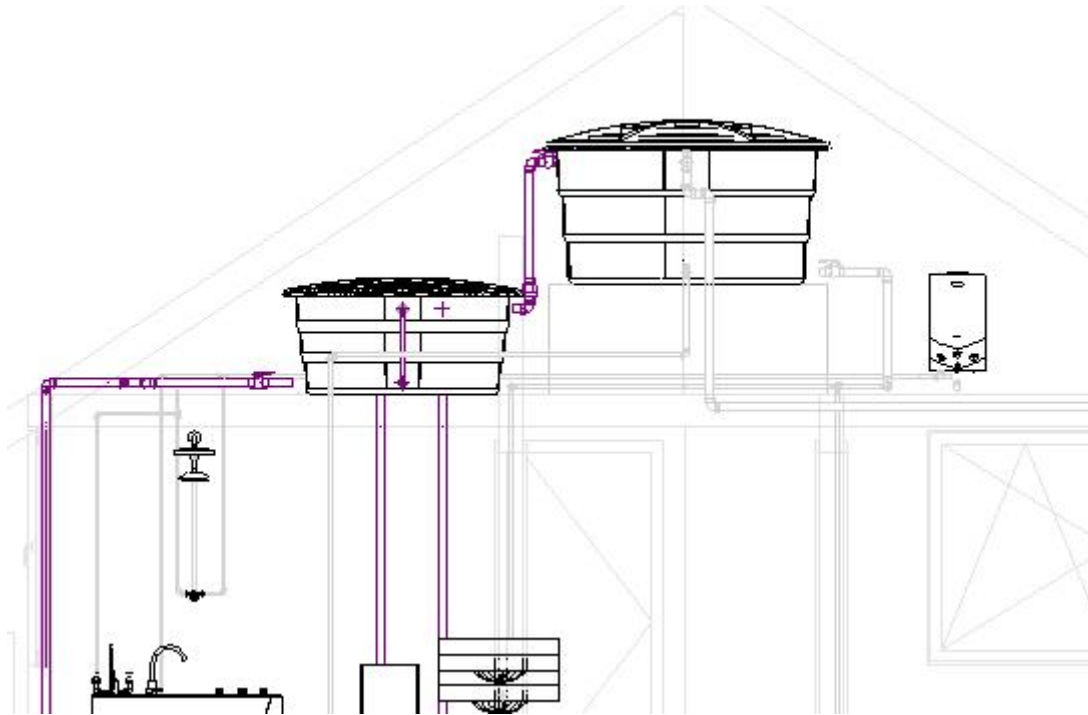
Para o bombeamento da água cinza tratada, foi instalada uma boia de nível elétrico no reservatório superior. Quando o nível de água estiver baixo, a bomba é acionada, realizando o recalque e abastecendo o reservatório superior, que distribui a água por gravidade para as bacias sanitárias. Para a determinação do ponto de operação da bomba, foi estimada uma altura manométrica de 8 metros, considerando o desnível geométrico e as perdas de carga. Considerando a capacidade do reservatório superior de 500 litros, utilizou-se uma vazão de 0,5 m³/hora na escolha da bomba.

A bomba adotada foi o modelo Filtra N, da marca KSB, com uma altura manométrica de 11,67 metros. O conjunto é equipado com motor elétrico de 0,4 kW, correspondente a aproximadamente 0,54 CV, operando a uma frequência de 50 Hz. O design da bomba é do tipo monobloco horizontal, o que garante uma instalação mais compacta e eficiente, além de uma operação otimizada para o sistema em questão.

Para o reservatório superior de água cinza, foi projetado um sistema de segurança que permite o abastecimento com água potável em caso de falta de água cinza. Isso é realizado por meio da interligação com o reservatório de água potável, controlada por um registro de boia de nível localizado abaixo do nível mínimo da boia elétrica.

A presença de uma válvula de retenção impede o fluxo reverso, garantindo a proteção contra a contaminação da água potável. A Figura 38 apresenta o corte dos reservatórios superiores, onde é possível visualizar a interligação e as saídas para o abastecimento das bacias sanitárias.

Figura 38-Reservatórios superiores



Fonte: A autora (2024)

A Figura 39 apresenta o projeto isométrico das tubulações do sistema de reúso, onde as tubulações em magenta são responsáveis pelo transporte da água pré-tratamento, enquanto as tubulações em verde transportam a água cinza tratada.

base nos valores das composições fornecidas pela SINAPI, utilizando como referência a planilha de setembro de 2024, referente ao estado do Paraná

O orçamento do projeto de instalações prediais sem o reúso de água cinza apresenta três unidades, sendo elas as instalações convencionais de água fria, quente e esgoto. Para o orçamento, foram inseridos os quantitativos das tubulações, conexões de tubo e acessórios como registros, caixas de inspeção e caixa d'água. A Tabela 11 sintetiza os valores totais de cada item do orçamento

Tabela 11 - Resumo orçamento instalações prediais

Item	Resumo do orçamento	Preço global (R\$)
1	Água fria	4.384,32
2	Água quente	488,07
3	Esgoto	5.892,62
	Total	10.765,01

Fonte: A autora (2024)

O orçamento do projeto de instalações prediais incluindo o sistema de reúso de água cinza apresenta além das três unidades do primeiro orçamento, uma unidade das instalações do sistema de reúso de águas cinzas. Este último inclui, além das tubulações e conexões típicas, componentes específicos como a bomba de recalque, a estação de tratamento compacta (ETAC), os sistemas de escavação para instalação, as caixas de proteção e o fundo de brita, que serve como base para as unidades operacionais do tratamento. A Tabela 12 sintetiza os valores totais de cada item do orçamento.

Tabela 12 - Resumo orçamento instalações prediais

Item	Resumo do orçamento	Preço global (R\$)
1	Água fria	3.141,55
2	Água quente	488,07
3	Esgoto	4.990,15
4	Águas cinzas	8.374,03
	Total	16.993,80

Fonte: A autora (2024)

O valor orçado para a implementação da unidade de reaproveitamento de águas cinzas é de R\$ 8.374,03. No entanto, ao comparar os valores totais dos dois orçamentos, verifica-se que o sistema de reúso de águas cinzas apresenta um custo adicional de R\$ 6.228,79 em relação ao sistema convencional. Essa diferença de custo é atribuída principalmente à substituição parcial das tubulações de esgoto e água fria por peças, acessórios e tubulações específicas para o sistema de reúso.

Com base no consumo diário utilizado para o dimensionamento do sistema, de 150 litros por pessoa, a residência em questão apresenta um consumo diário de 600 litros, totalizando 18.000 litros por mês.

A Figura 40 apresenta as tarifas vigentes em outubro de 2024, publicadas no dia 10 de abril pela Agência Reguladora do Paraná (AGEPAR), conforme a Resolução N° 19.

Figura 40- Tarifas residenciais de água e esgoto, vigentes em outubro de 2024.

TARIFA RESIDENCIAL NORMAL (R\$/m³)							
		Até 5 m³	6 a 10	11 a 15	16 a 20	21 a 30	> 30
ÁGUA Todas as Localidades Operadas		50,42	1,56	8,69	8,73	8,81	14,90
Curitiba	ESGOTO	42,86	1,32	7,39	7,43	7,49	12,67
	ÁGUA E ESGOTO	93,28	2,88	16,08	16,16	16,29	27,57
Demais Localidades	ESGOTO	40,34	1,25	6,95	6,98	7,04	11,92
	ÁGUA E ESGOTO	90,76	2,81	15,64	15,72	15,85	26,82

Fonte: Agepar, 2024

Considerando a tarifa vigente e o consumo mensal estimado, o valor projetado para a fatura de água é de R\$ 282,96. Com base na demanda de água cinza calculada para o projeto, de 132 litros por dia, espera-se uma economia de 3.960 litros por mês, resultando em um consumo mensal reduzido para 14.040 litros. Dessa forma, o custo estimado após a implementação do sistema de reúso seria de R\$ 219,58 por mês.

Portanto, o sistema de reúso projetado proporcionaria uma economia mensal de R\$ 63,37. Ao longo de um ano, essa economia totalizaria R\$ 760,49. Com esses valores, estima-se que o tempo de retorno do investimento inicial será de 8 anos e 2 meses.

6. CONCLUSÕES

Embora o Brasil ainda careça de uma legislação específica para o reúso de águas cinzas, o estado do Paraná avança com normas que incentivam essa prática. Destaca-se a entrada em vigor, em 2023, da Regulamentação N122 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, além da NBR 16.783:2019, que já é amplamente utilizada em outras unidades federativas, como o Distrito Federal. Essas iniciativas representam um marco importante para a padronização e ampliação do reúso de águas cinzas no país.

O crescente interesse pelo tema é evidenciado pelo número significativo de publicações acadêmicas. A busca pelo termo "Reúso de águas cinzas" no Google Acadêmico retornou aproximadamente 13.300 trabalhos, refletindo o avanço das pesquisas e o desenvolvimento de novas tecnologias. Equipamentos modernos têm tornado os sistemas de tratamento mais rápidos, eficazes e compactos, facilitando sua implementação em diferentes tipos de edificações. Além disso, métodos personalizados ampliam as alternativas para projetos que demandam soluções específicas.

Este estudo confirmou a presença de Equipamentos de Tratamento de Águas Cinzas (ETAC) disponíveis comercialmente que atendem aos requisitos de segurança para o reúso de águas cinzas em residências unifamiliares, de acordo com os parâmetros normativos estabelecidos.

Do ponto de vista econômico, o sistema proposto apresenta um custo adicional de R\$ 6.228,79 em relação ao sistema convencional. A capacidade do sistema de tratar até 2.000 litros por dia reforça a viabilidade de expandir o reaproveitamento sem necessidade de alterações no sistema, com potencial para aumentar ao diversificar os usos da água tratada, como irrigação e lavagem de pisos. Possibilitando uma redução do consumo de água potável em 7.065 litros por mês, o que poderia proporcionar uma economia anual de R\$ 3.158,16 na conta de água.

A adoção de incentivos fiscais, como descontos no IPTU ou tarifas diferenciadas, poderia reduzir o tempo de retorno do investimento, tornando o sistema ainda mais atrativo. Esses resultados mostram que o reúso de águas cinzas é uma estratégia viável para reduzir o consumo de recursos hídricos, contribuindo significativamente para a sustentabilidade ambiental e a mitigação dos efeitos da

escassez hídrica, ao mesmo tempo que oferece benefícios econômicos palpáveis aos usuários.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL – ABES. **Reúso nas Crises Hídricas e Oportunidades no Brasil**. Disponível em: https://abes-dn.org.br/pdf/Reuso_nas_Crises.pdf.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria – Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 16782: Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 13969:: **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Quantidade de Água**. Disponível em <http://www.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>. Acesso em 10 de dezembro de 2023

ALFAMEC. **Estação de tratamento de água**. Disponível em: <https://alfamec.com.br/produtos/tratamento-de-agua/estacao-de-tratamento-de-agua/>. Acesso em: 20 set. 2024.

ÁGUAS CINZAS. **Soluções para residências**. Disponível em: <https://www.aguacinza.eco.br/solucoes/residencias>. Acesso em: 20 set. 2024.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Uso consutivo da água no Brasil em 2021**. Brasília, DF: ANA, 2021. Disponível em:

https://aguamineral.cprm.gov.br/geo_meio_ambiente.html. Acesso em: 11 jul. 2024.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos (2005): **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória.

BIAZUS, J. A. **Reúso de águas cinzas: Uma alternativa viável para a gestão de recursos hídricos em áreas urbanas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BORMA, L. S.; TOMASELLA, J.; ROBALLO, S. T.; CUARTAS, L. A.; RODRIGUEZ, D. A.; MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. **Impactos Dos Eventos Extremos de Seca e Cheia Sobre os Recursos Hídricos Amazonicos, Desastres Naturais e Acoes da Defesa Civil**. In: BORMA, L. S.; NOBRE, C. A. (Eds.). *Secas na Amazonia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2013

BUSICO, Rodrigo de Mattos (2019): **Projeto para reúso de águas cinzas em uma residência unifamiliar**.

CAMPOLINA, Anne Castro. **Construções sustentáveis: projeto de edificações populares voltadas para o clima tropical**. Natal-RN, 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2022.

CERH/PR-Conselho **Estadual de Recursos Hídricos do Paraná-Resolução 122/2023**. Curitiba.

Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 54, de 1º de março de 2005. Dispõe sobre o reúso de água no Brasil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, nº 53, seção 2, p. 1, 9 mar. 2006. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2054.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2024.

COSTA, Thales Henrique Silva (2020): **Avaliação quali-quantitativa de águas cinza para uso em um condomínio residencial.**

ECOSUSTENTÁVEL. **Estação de tratamento de águas cinzas para reúso.** Disponível em: <https://www.ecosustentavel.eng.br/estacao-de-tratamento-de-aguas-cinzas-para-reuso>. Acesso em: 20 set. 2024.

FELIX, Jakeline Rayane Barros. **Viabilidade de implantação de sistema de reúso de águas cinzas em edificação residencial multifamiliar.** Natal-RN, 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2023.

GETIRANA, A.; LIBONATI, R.; CATALDI, M. **Brazil is in water crisis — it needs a drought plan.** Nature, v. 600, n. 7888, p. 218–220, 1 dez. 2021.

GIACCHINI, M. **Uso e Reúso da Água. Série de Cadernos Técnicos da Agenda Parlamentar.** Eng. Civ. Margolaine Giacchini. Ano 2016. Disponível em: <https://www.crea-pr.org.br>.

GONÇALVES, Ricardo Franci et al. (2006): **Caracterização e tratamento de diferentes tipos de águas residuárias de origem residencial após segregação.** AIDIS-Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. SecciónUruguay. Rescatando Antiguos Principios para os Nuevos Desafíos Del Milenio. Monte video, p. 1-20.

GONÇALVES, Ricardo Franci (coordenador). **Uso racional da água em edificações.** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2006.

HENZE, M., & LEDIN, A. **Automated greywater treatment plants: A review.** Water Science and Technology, 2001, 43(10), 1-11.

HOLT, P. M., & JAMES, W. **Greywater reuse for toilet flushing: A case study of a demonstration system in Brisbane, Australia.** Water Science and Technology, 2006, 54(1), 1-7.

JEFFERSON, R. L. et al. **Reúso de água: uma alternativa para a gestão dos recursos hídricos**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24., 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABES, 1999. p. 1-10.

JÚNIOR, C.R.C. (2018): **Análise de viabilidade econômica do sistema de reúso de águas cinzas no setor hoteleiro**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia civil), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

LEAL, K. M. M. **Água de reúso: alternativa para a redução de consumo de água e preservação de recursos hídricos**. 2013. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Atenas, Curitiba, 2013.

MALDONADO, Andy Piccinini. **Implementação de sistemas de reúso de águas cinzas em uma edificação de médio porte: estudo de caso em um edifício em Florianópolis/SC**. 2022.

MARTIN, Vitória Tesser; BAPTISTA, Guilherme Silveira; BÖCK, Liriane Élen; BULÉ, Bibiana Peruzzo; PERSCH, Cristiano Gabriel; TASSI, Rutinéia; PICCILLI, Daniel Gustavo Allasia. **Análise da viabilidade técnica e econômica de implantação de um sistema de reúso de águas cinzas em um edifício multifamiliar em Santa Maria - RS**. Anais do XIV ENAU - Encontro Nacional de Águas Urbanas. Brasília - DF, 2022. Disponível em: <https://anais.abrhidro.org.br>. Acesso em: 20 agosto 2024.

MAY, S. (2009): **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de água pluviais em edificações**. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Sanitária), Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MONTEIRO, Paulo Alan Mattos (2023): **Viabilidade do reúso de águas cinzas para fins não potáveis em residências unifamiliares à luz dos parâmetros técnicos e requisitos legais no Brasil**. Rio de Janeiro.

NAÇÕES UNIDAS. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021: valorizando a água**. Paris: UNESCO, 2021.

NEW SOUTH WALES HEALTH. **Guidelines for the use of greywater in NSW**. Sydney: NSW Health, 2000.

Organização Mundial da Saúde (OMS). **Guidelines for the safe reuse of wastewater**. Genebra: OMS, 1973.

OTENG-PEPRAH, M.; ACHEAMPONG, M. A.; DEVRIES, N. K. (2018): **Greywater Characteristics, Treatment Systems, Reuse Strategies and User Perception-a Review**. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 229, n. 8, p. 255.

PEREIRA, Arlete Alves (2019): **Reúso de Águas Cinzas para Fins Não Potáveis: Estudo de Caso UTFPR – Câmpus Londrina**.

PROJETO AMBIENTAL. **Estação de tratamento de água pluvial (ETA)**. Disponível em: <https://projetoambiental.com.br/solucoes/estacao-de-tratamento-de-agua-pluvial-eta/>. Acesso em: 20 set. 2024.

RAMPELOTTO, P. H. **Reúso de águas cinzas em edificações: Uma contribuição à gestão dos recursos hídricos**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

RODRIGUES, L. C. S. (2005): **Avaliação da eficiência de dispositivos economizadores de água em edifícios residenciais em Vitória - ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória (ES).

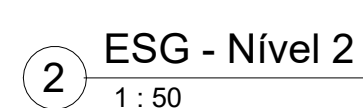
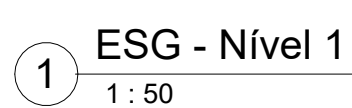
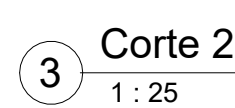
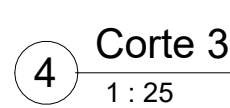
SANTOS, Lilian Alaide Souza (2022): **Estudo para a elaboração de um manual de instalações para reúso de águas cinzas em edificações residenciais**.

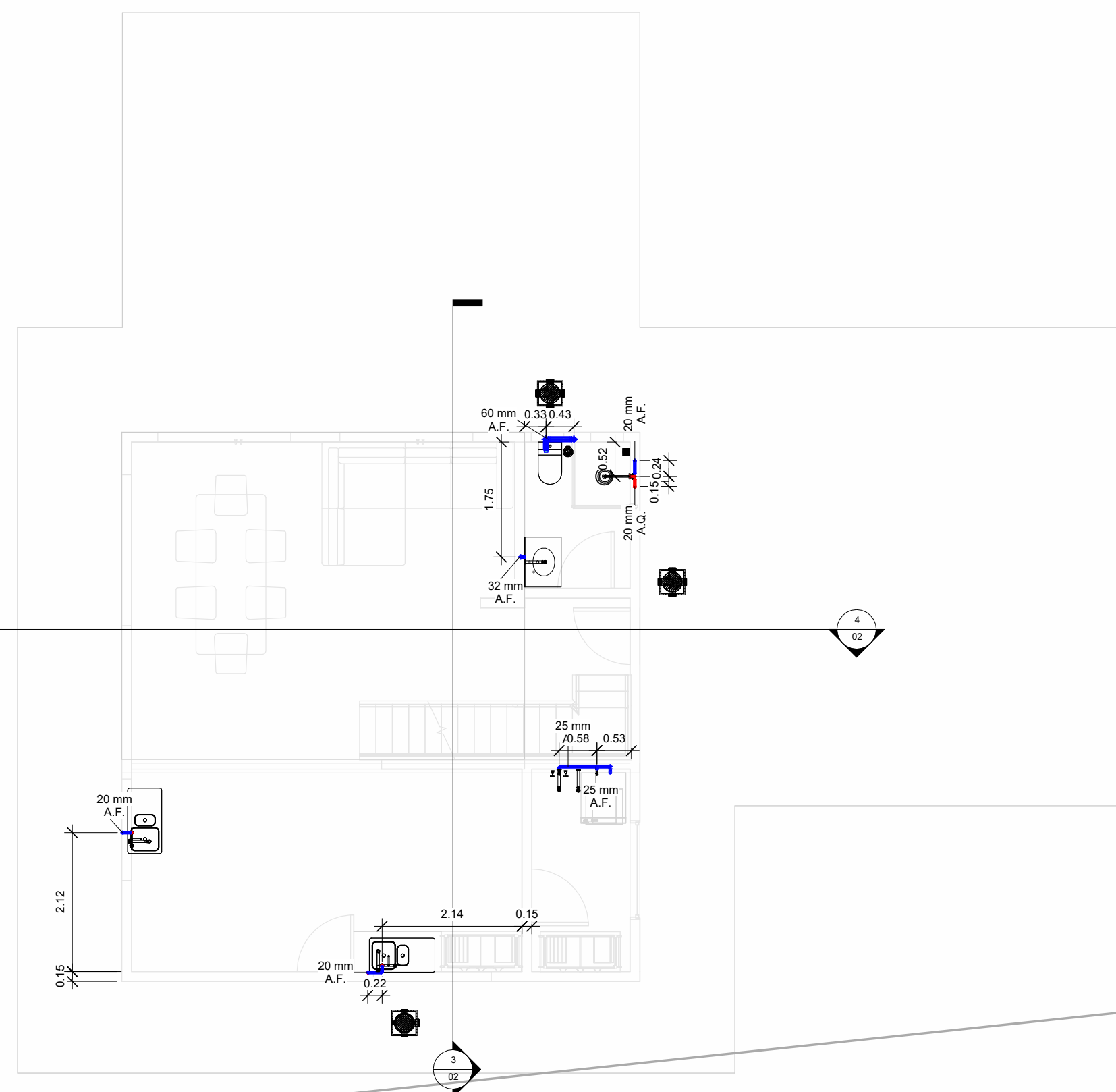
SILVA, Patrick Gonçalves da (2017): **Dimensionamento de um sistema hidráulico predial para reúso de águas cinzas em uma edificação residencial**.

SILVA, J. G. **Reúso de águas cinzas em edifícios residenciais unifamiliares: Uma análise comparativa de sistemas de tratamento**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

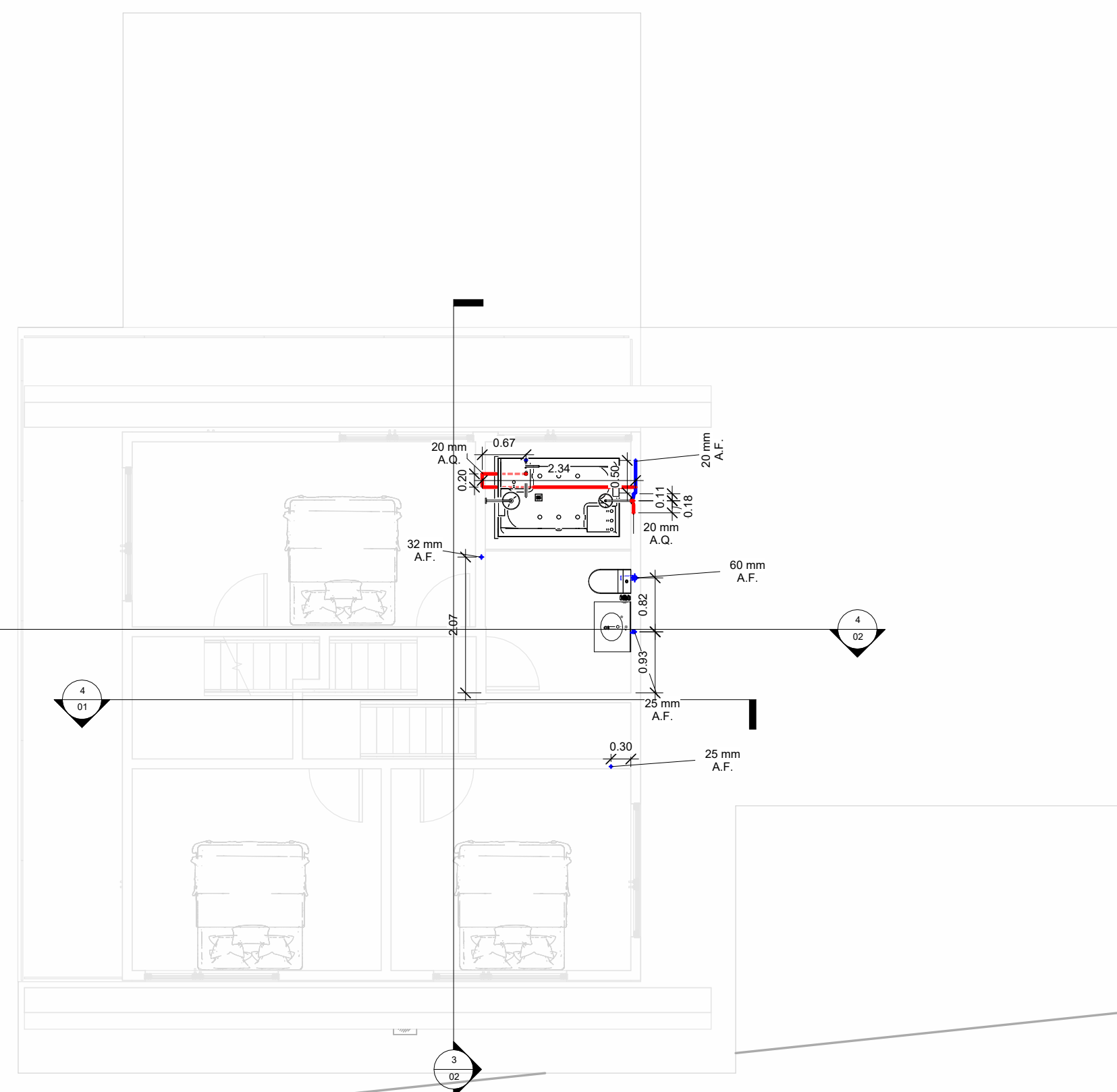
Universidade de Brasília. Reúso-DF: **Viabilidade técnica e operacional do aproveitamento de águas pluviais e do reúso de águas cinzas em edificações não-residenciais do Distrito Federal**. Relatório técnico 5/2017. Brasília: Universidade de Brasília, 2017. 65p. Convênio ADASA/UnB – DODF: 197.000.977/2015.

Anexo A - Projeto de instalações hidrossanitárias para a residência referência

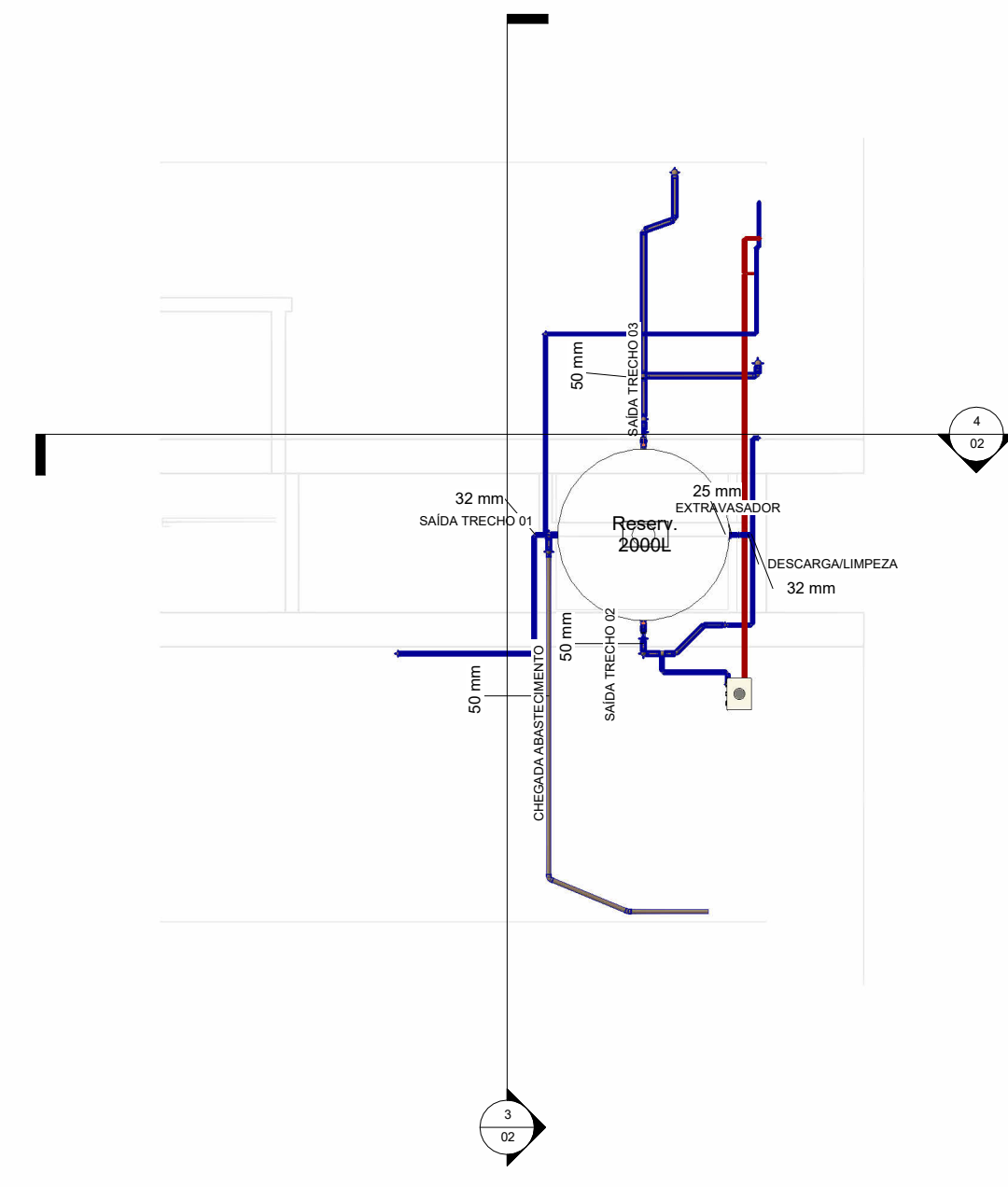




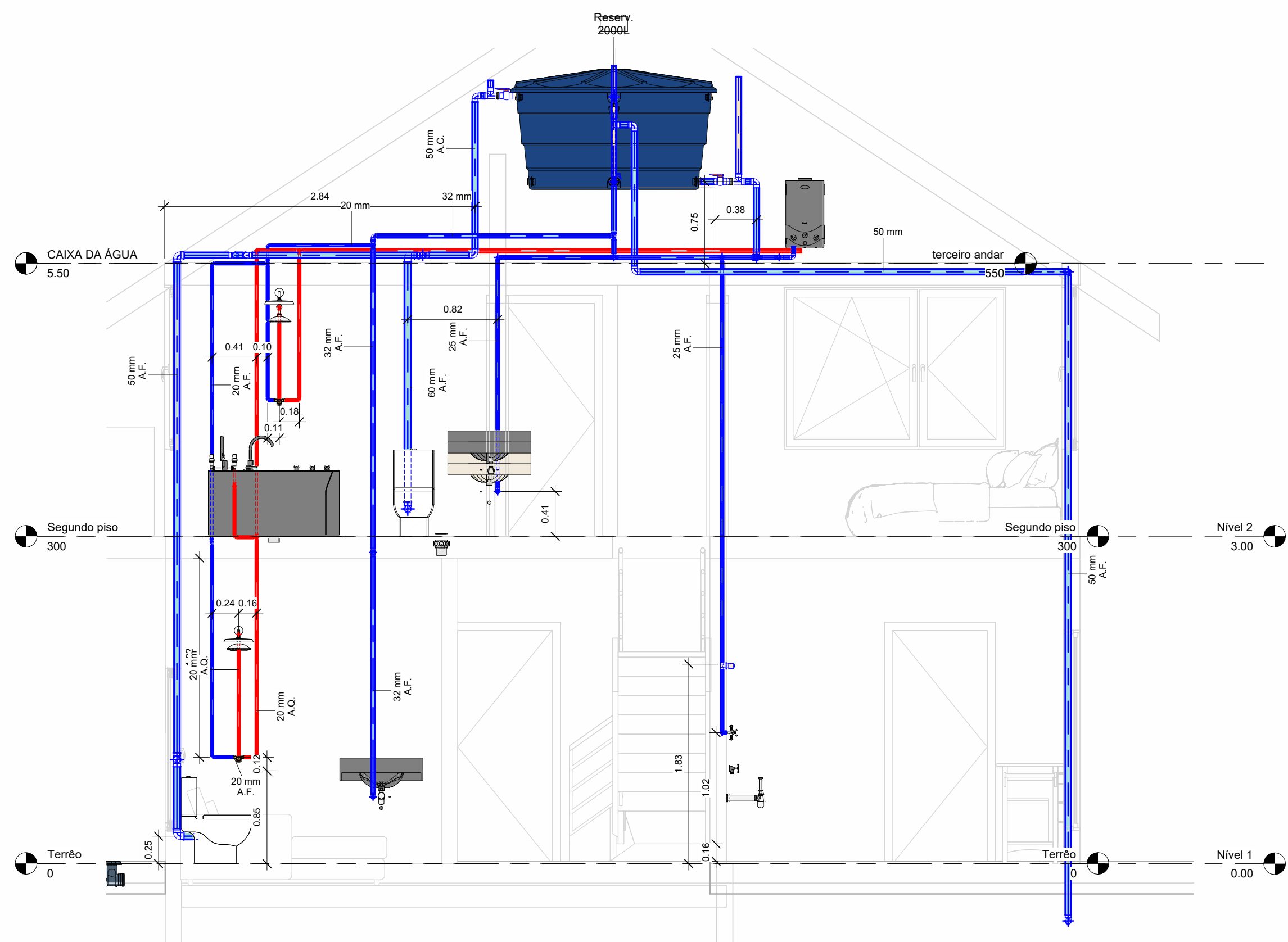
1 AF - Nível 1
1 : 50



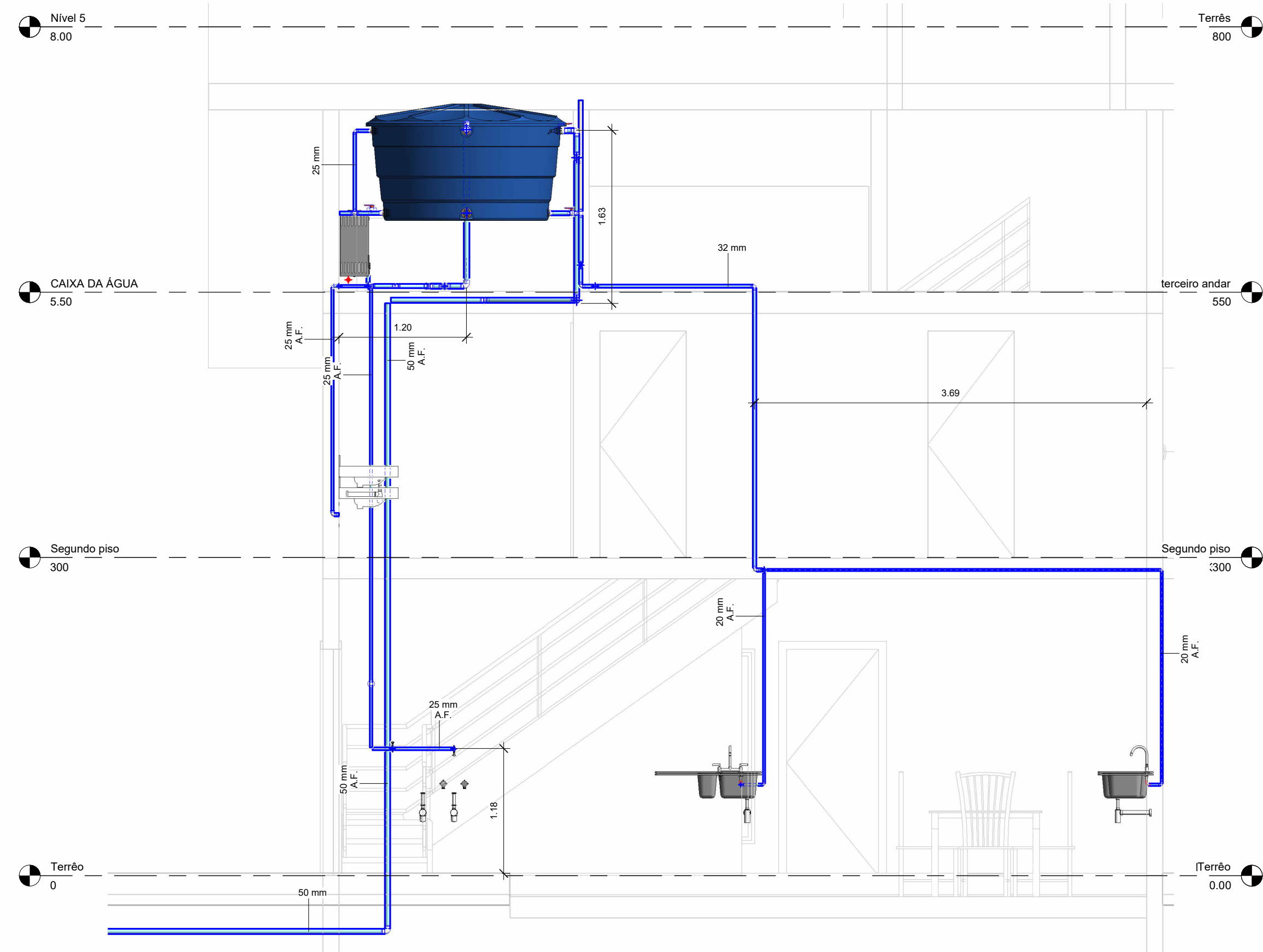
2 AF - Nível 2
1 : 50



5 CAIXA DA ÁGUA
1 : 50

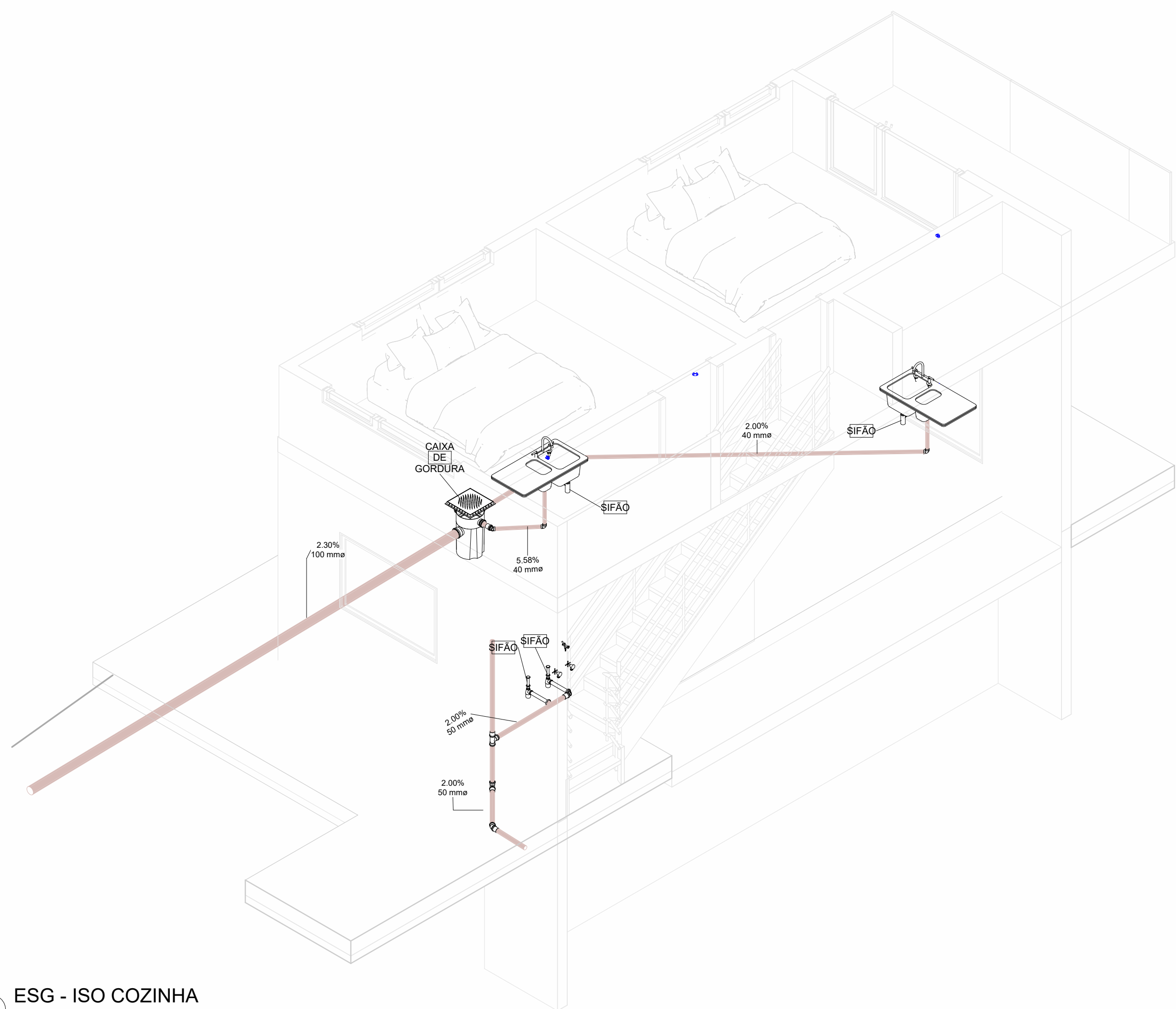


3 Corte 3
1 : 25

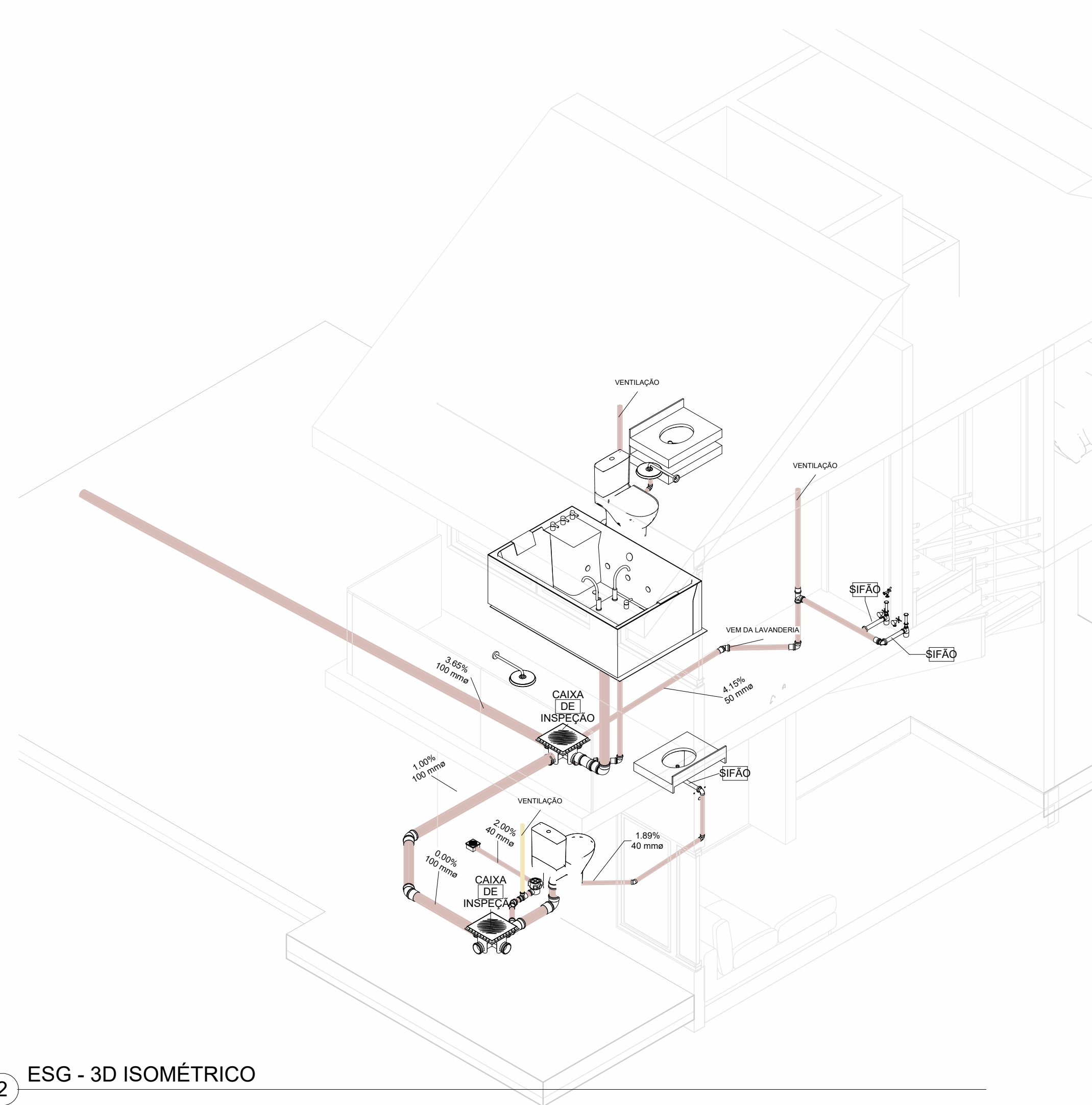


4 Corte 4
1 : 25

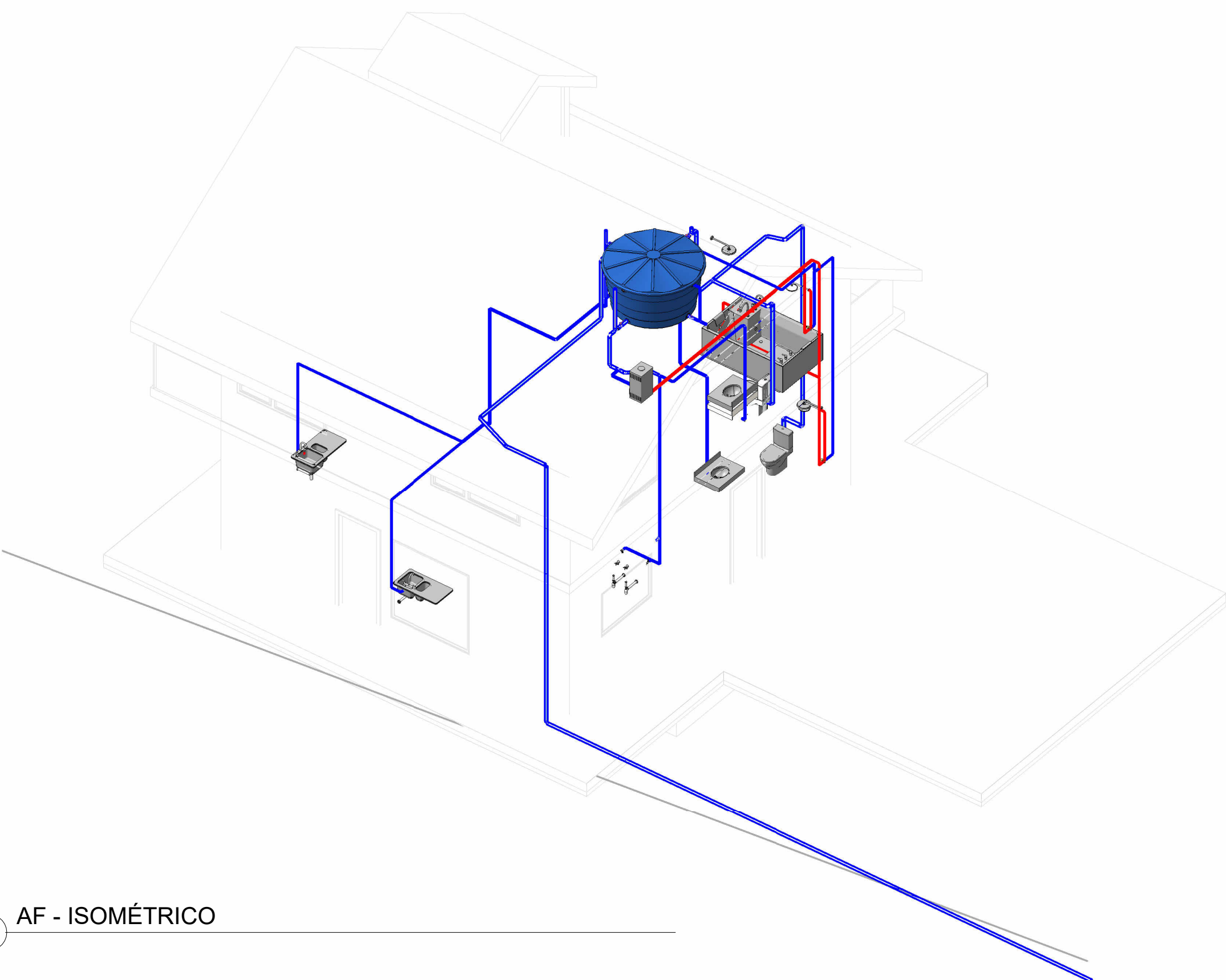
PROJETO:	PROJETO HIDROSSANITÁRIO	FOLHA:	02
PROP.:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO	REV.:	
LOCAL:	ITAIACOCA-PR	ESCALA:	Como indicado
ASSUNTO:	ÁGUA FRIA	DATA:	10/22/24
AUTOR DO PROJETO:	Projetista	DESENHO:	Autor



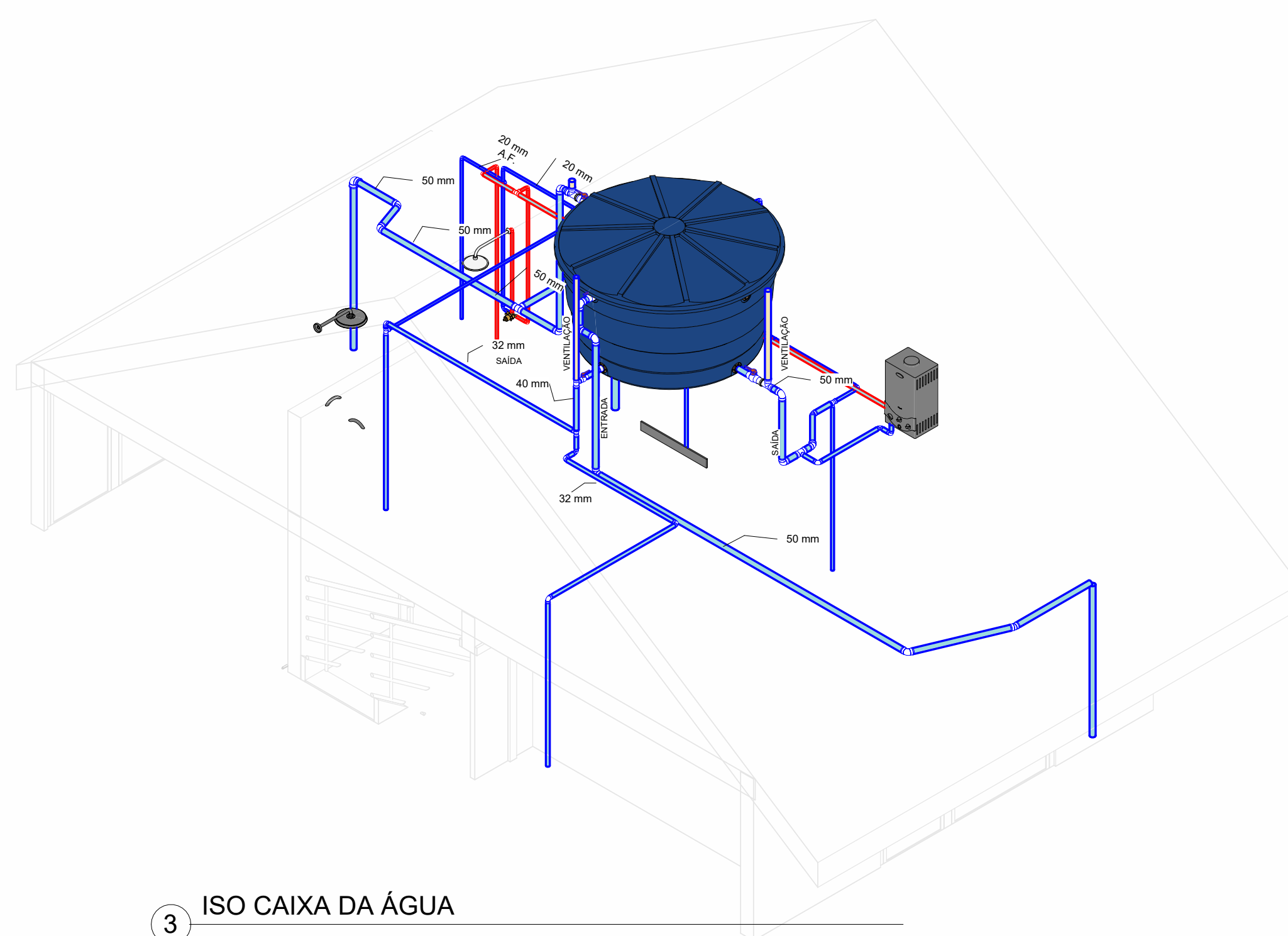
1 ESG - ISO COZINHA



2 ESG - 3D ISOMÉTRICO

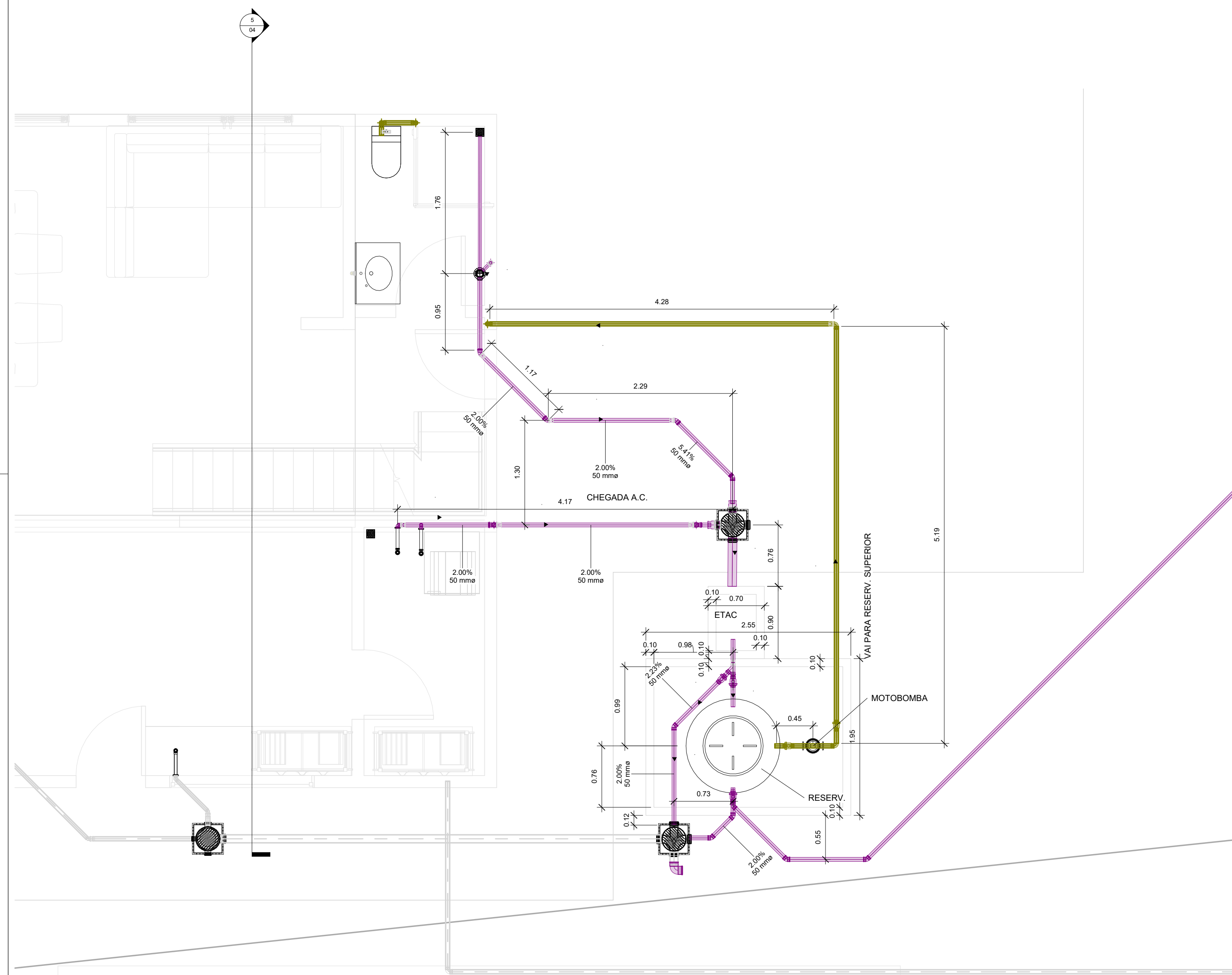


4 AF - ISOMÉTRICO

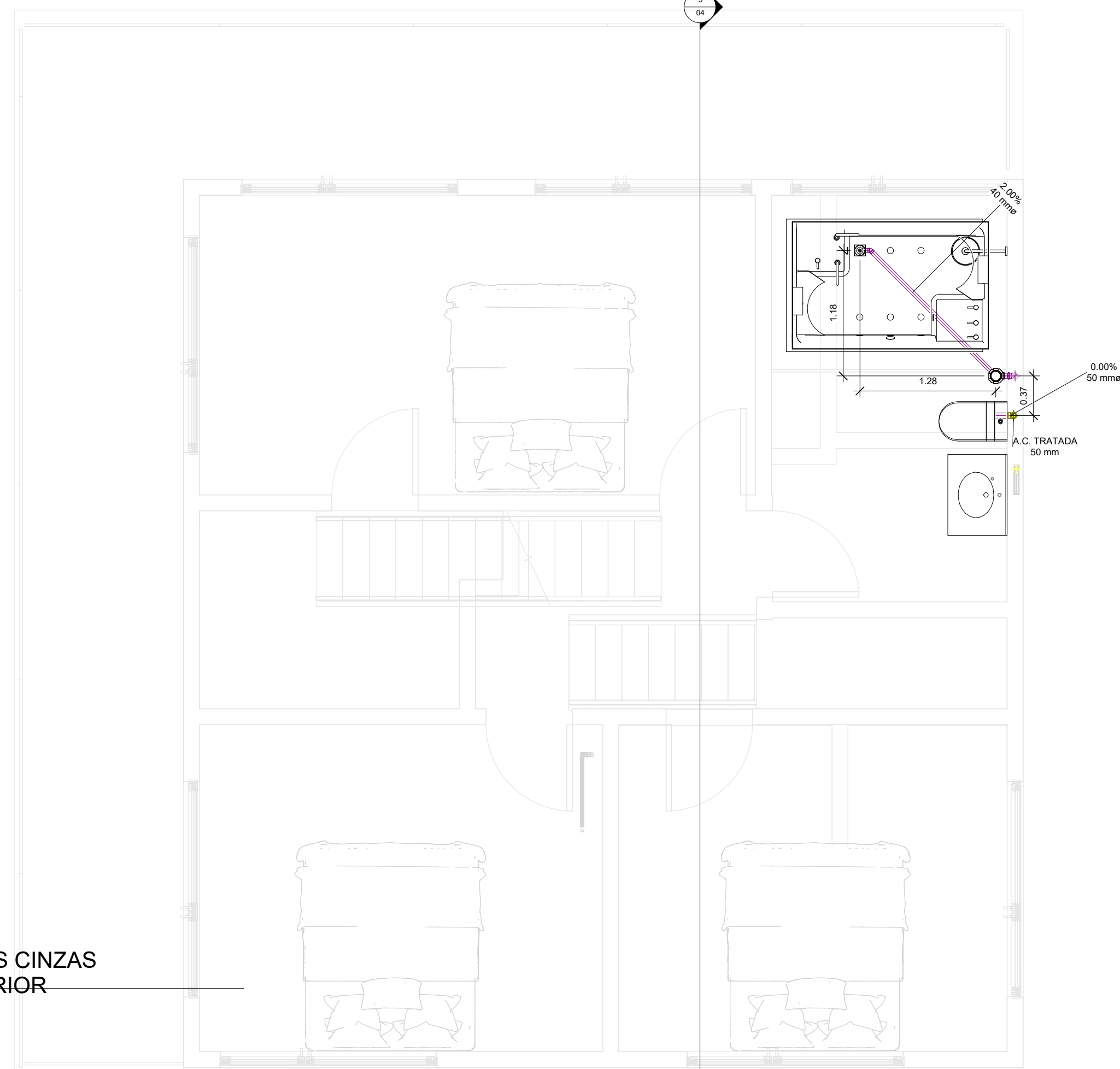


3 ISO CAIXA DA ÁGUA

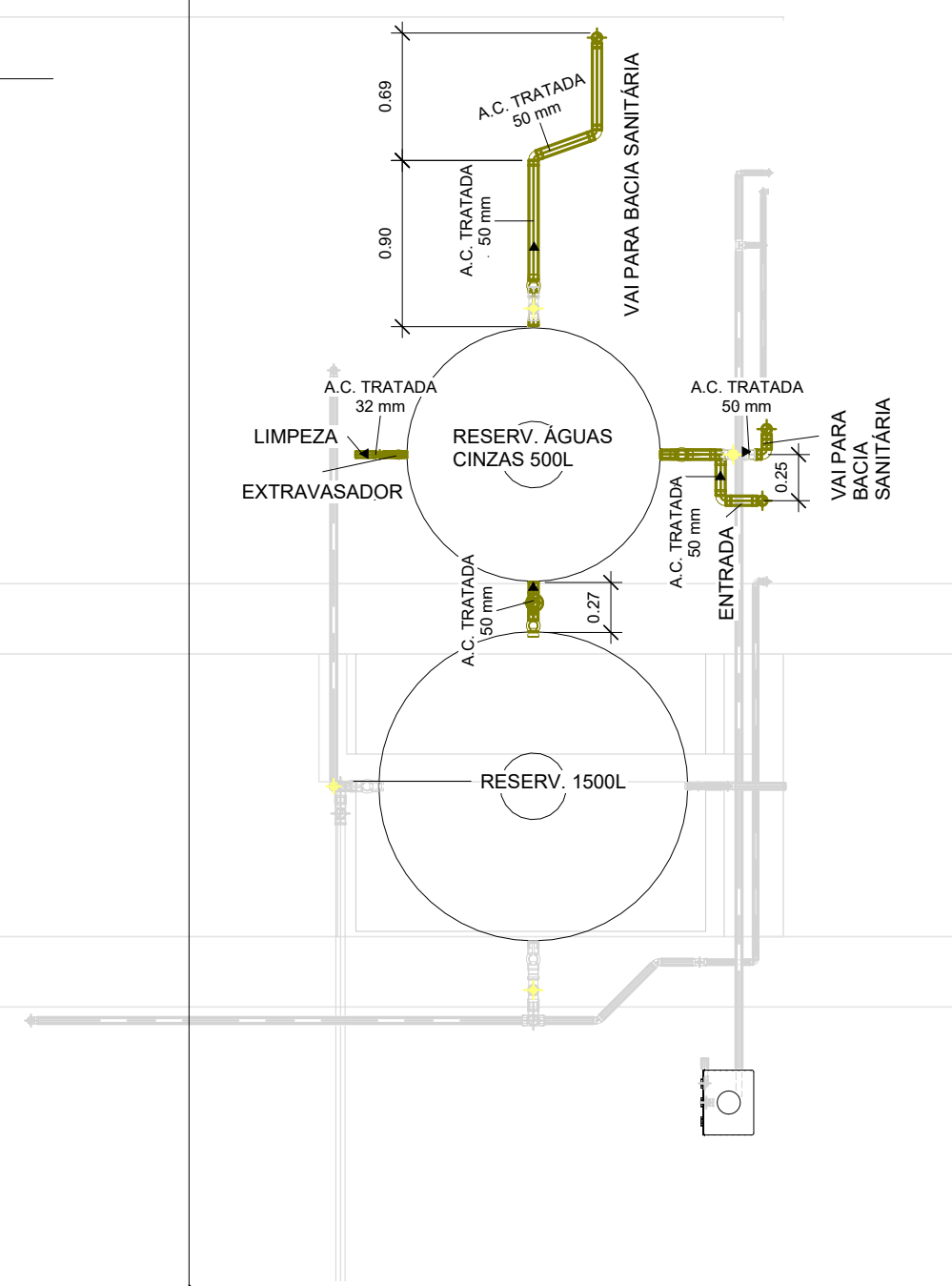
Anexo B - Projeto de instalações hidrossanitárias, com sistema de reúso de águas cinzas, para a residência referência



3 ÁGUAS CINZAS SUPERIOR
1:25

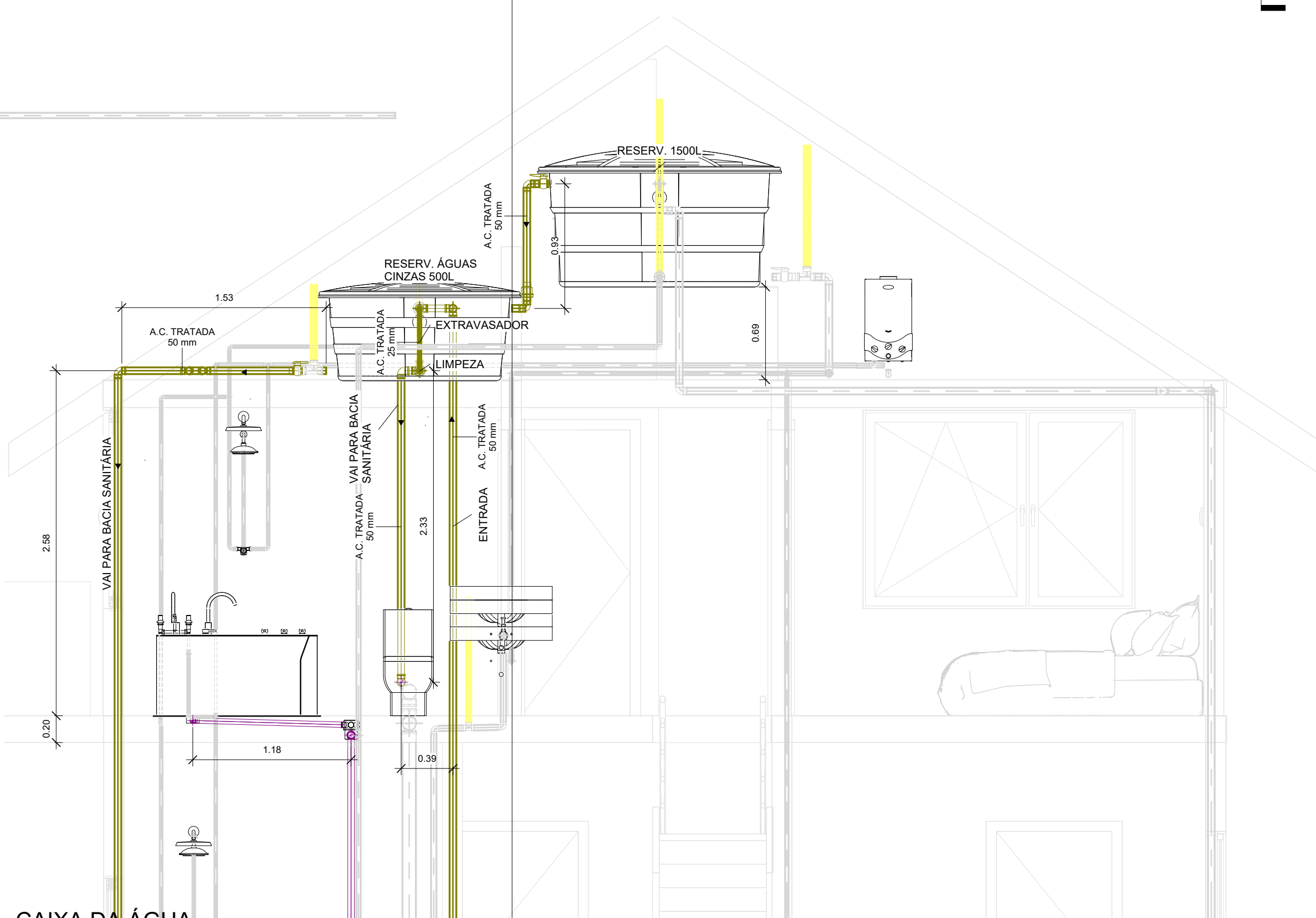


2 ÁGUAS CINZAS
1:25



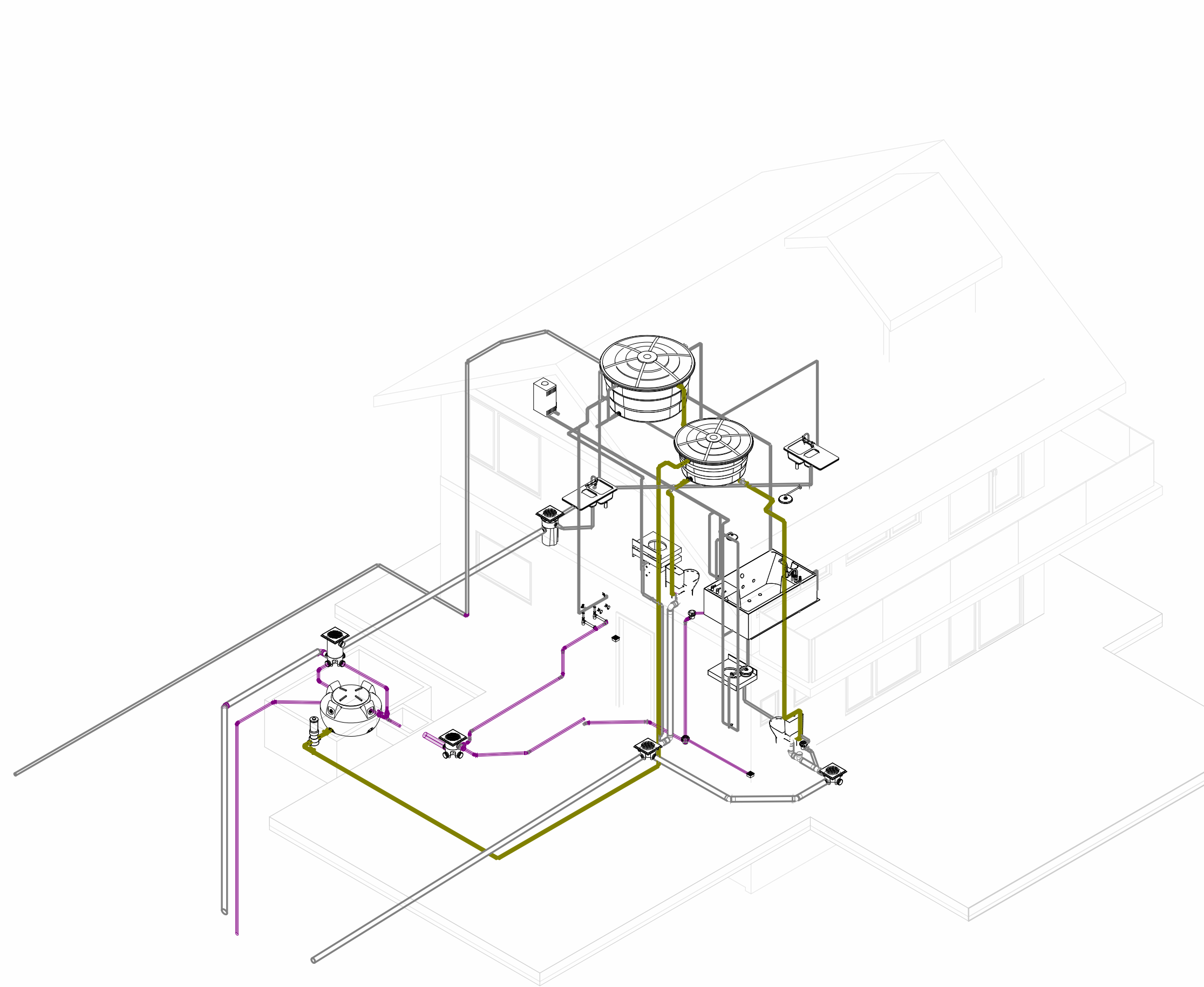
1 CAIXA DA ÁGUA
1:25

4 CAIXA DA ÁGUA
1:20

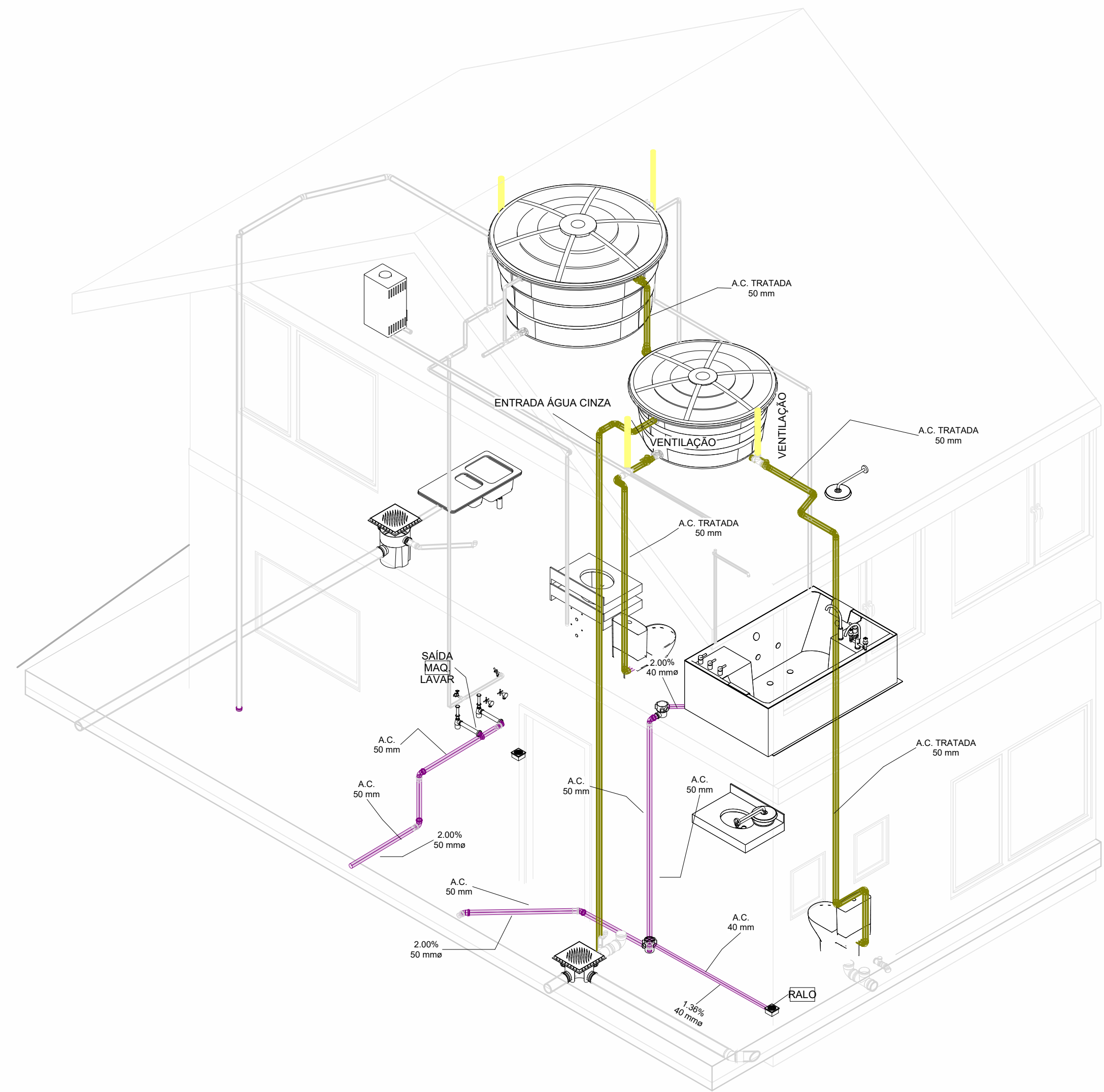


A.C.
A.C. TRATADA

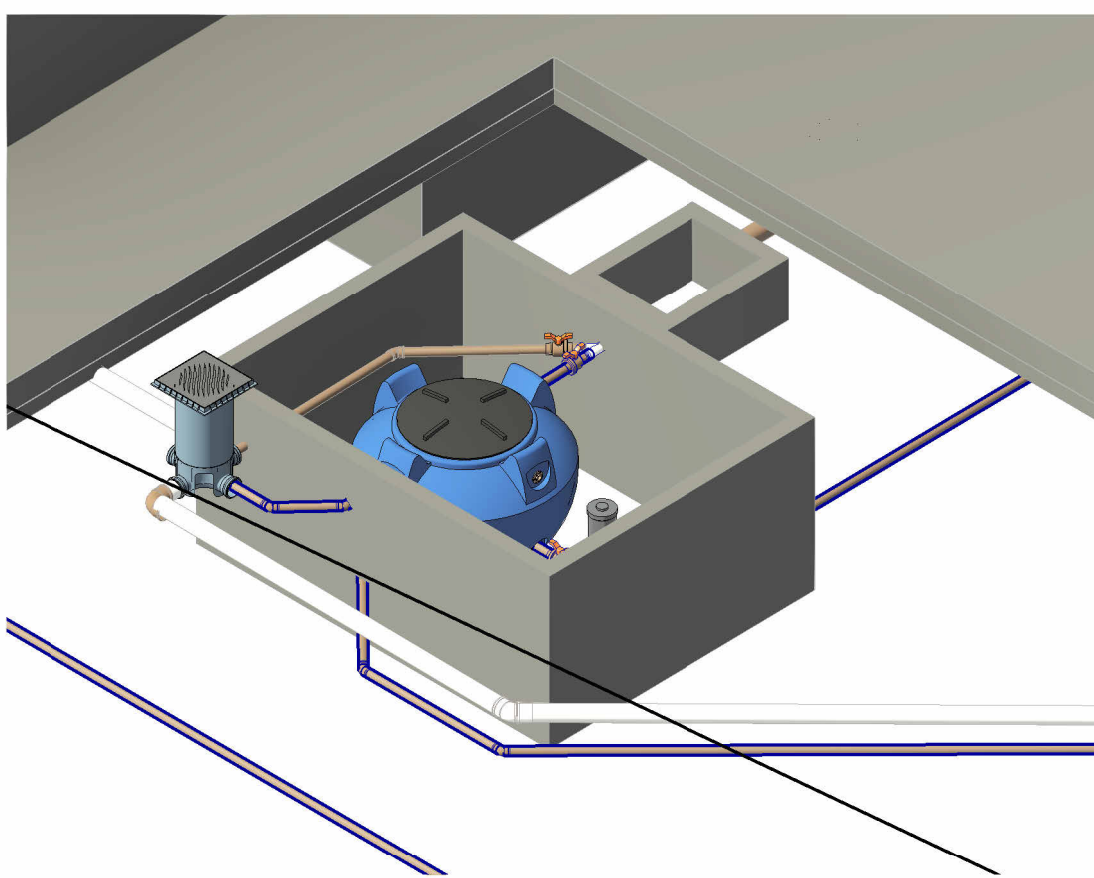
PROJETO:	PROJETO REUSO DE ÁGUAS CINZAS	FOLHA:	01
PROF.:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		
LOCAL:	ITAIOCOCA-PR	REV.:	
ASSUNTO:	PLANTAS ÁGUA CINZA	ESCALA:	Como indicado
AUTOR DO PROJETO:	Projeteira	DESENHO:	Autor
		DATA:	10/10/24



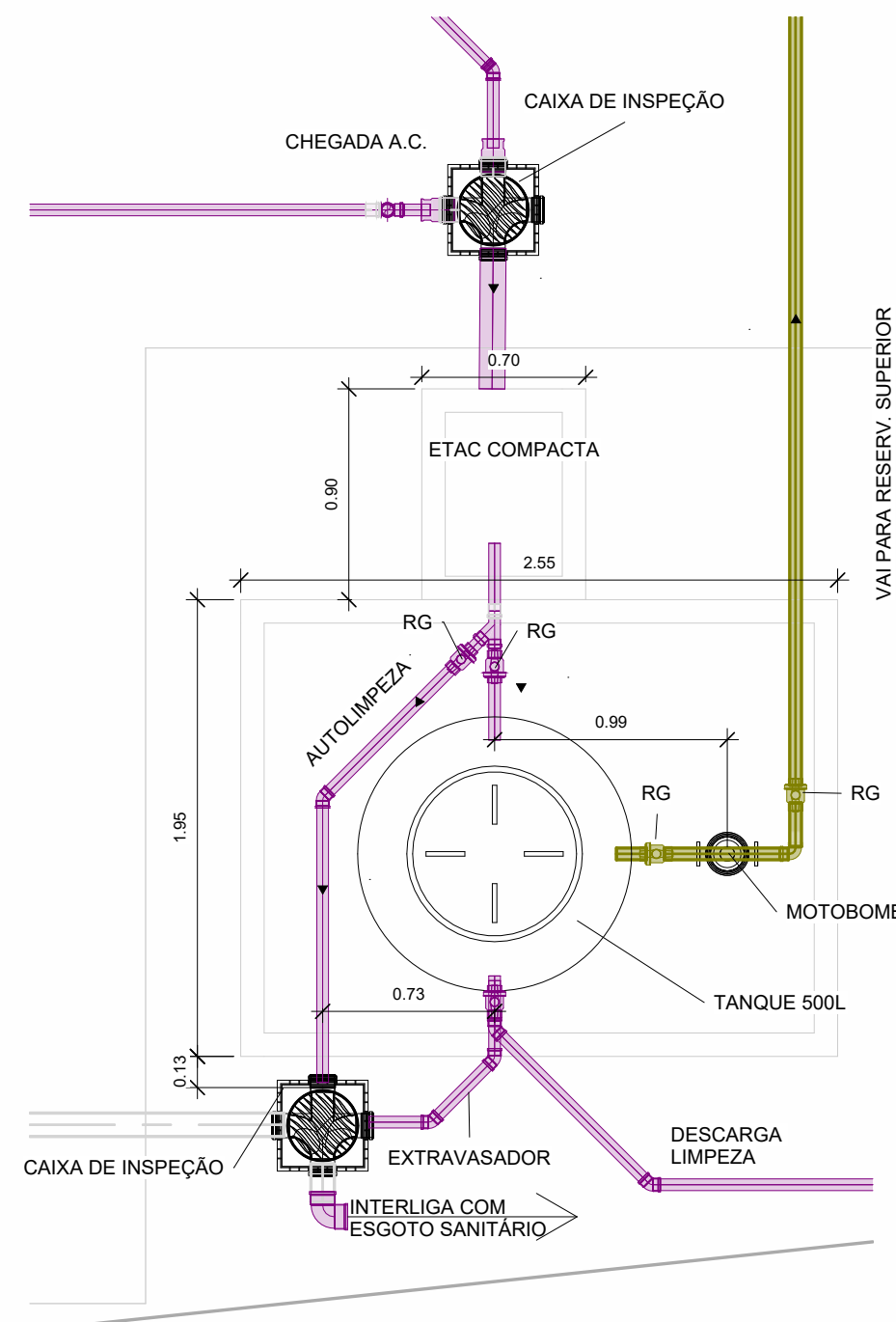
4 COORD - 3D



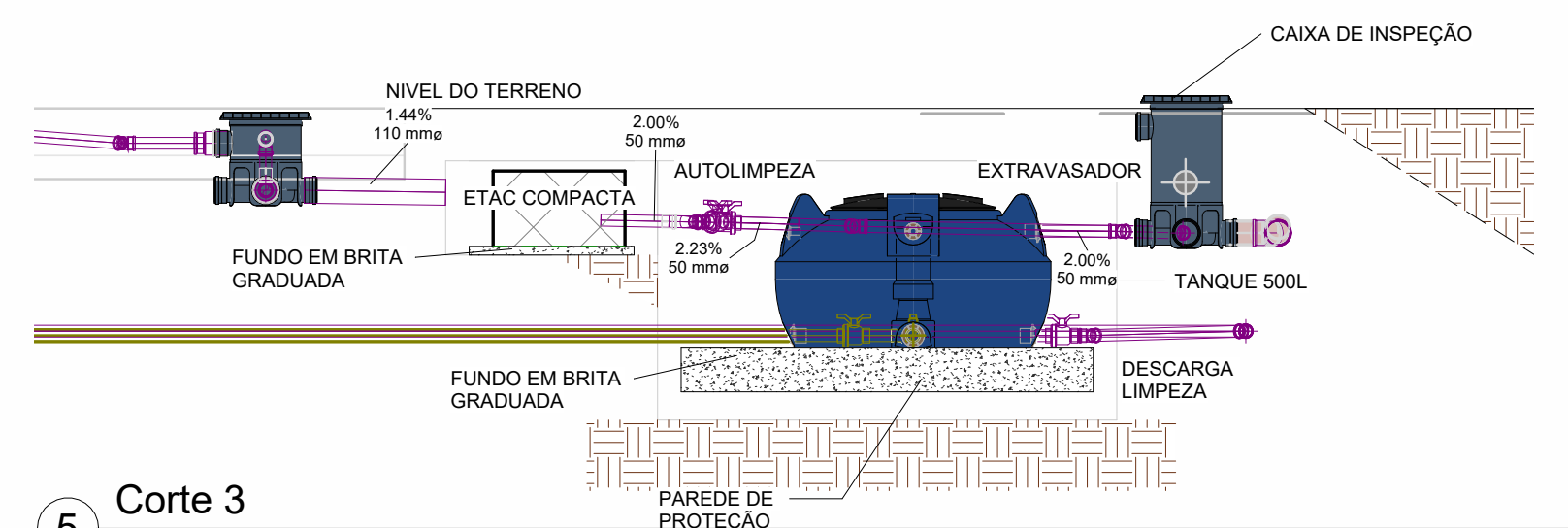
2 ISO CAIXA DA ÁGUA



1 3D ÁGUAS CINZAS

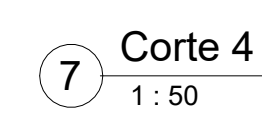
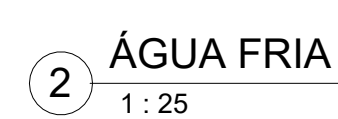
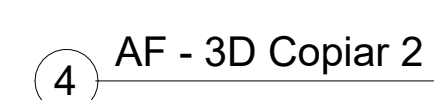
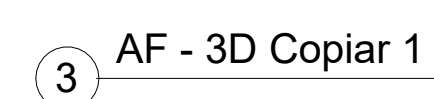
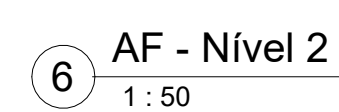
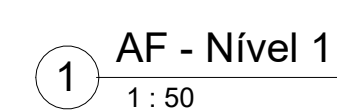


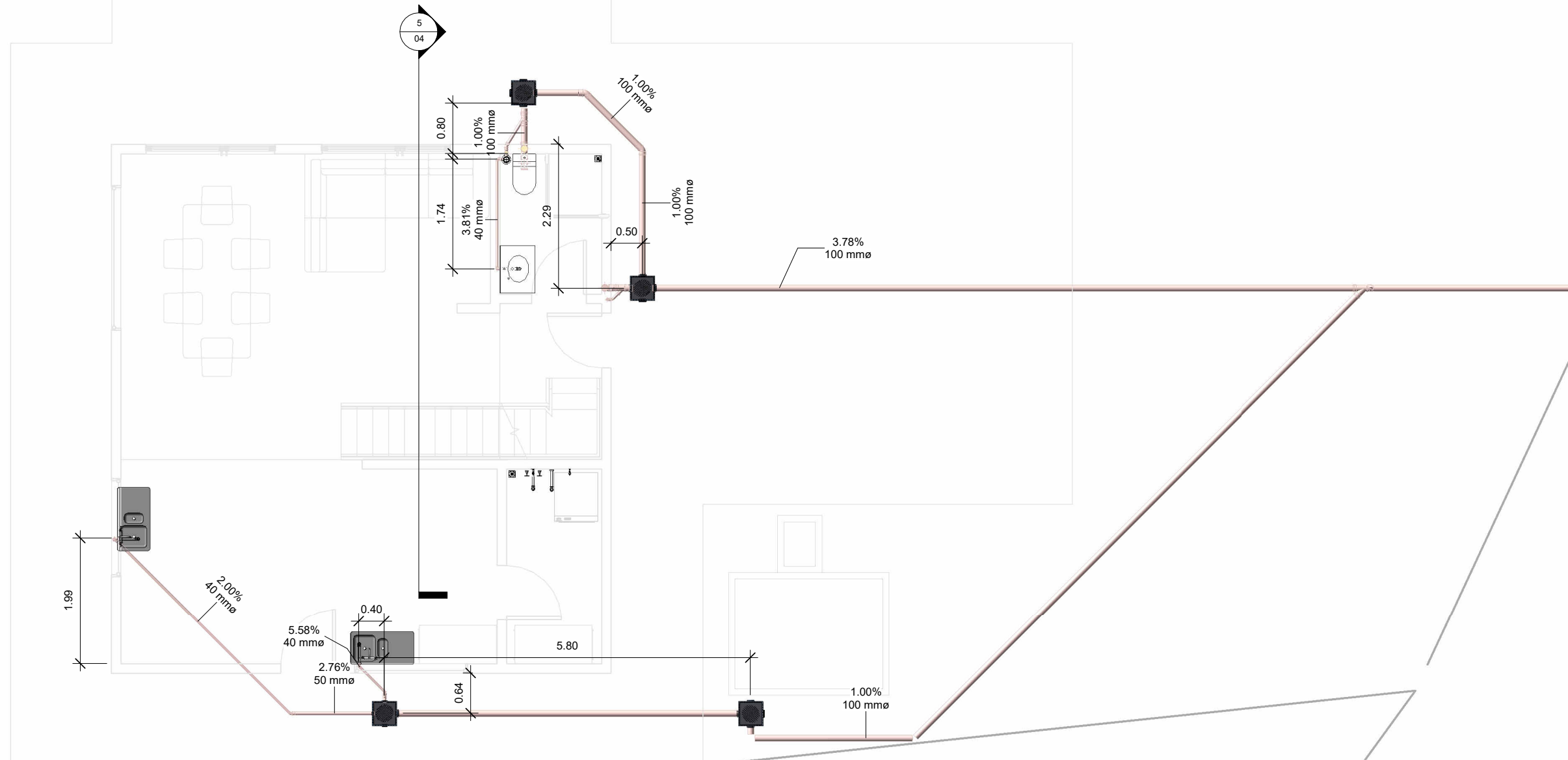
3 ÁGUAS CINZAS Copiar 2
1 : 20



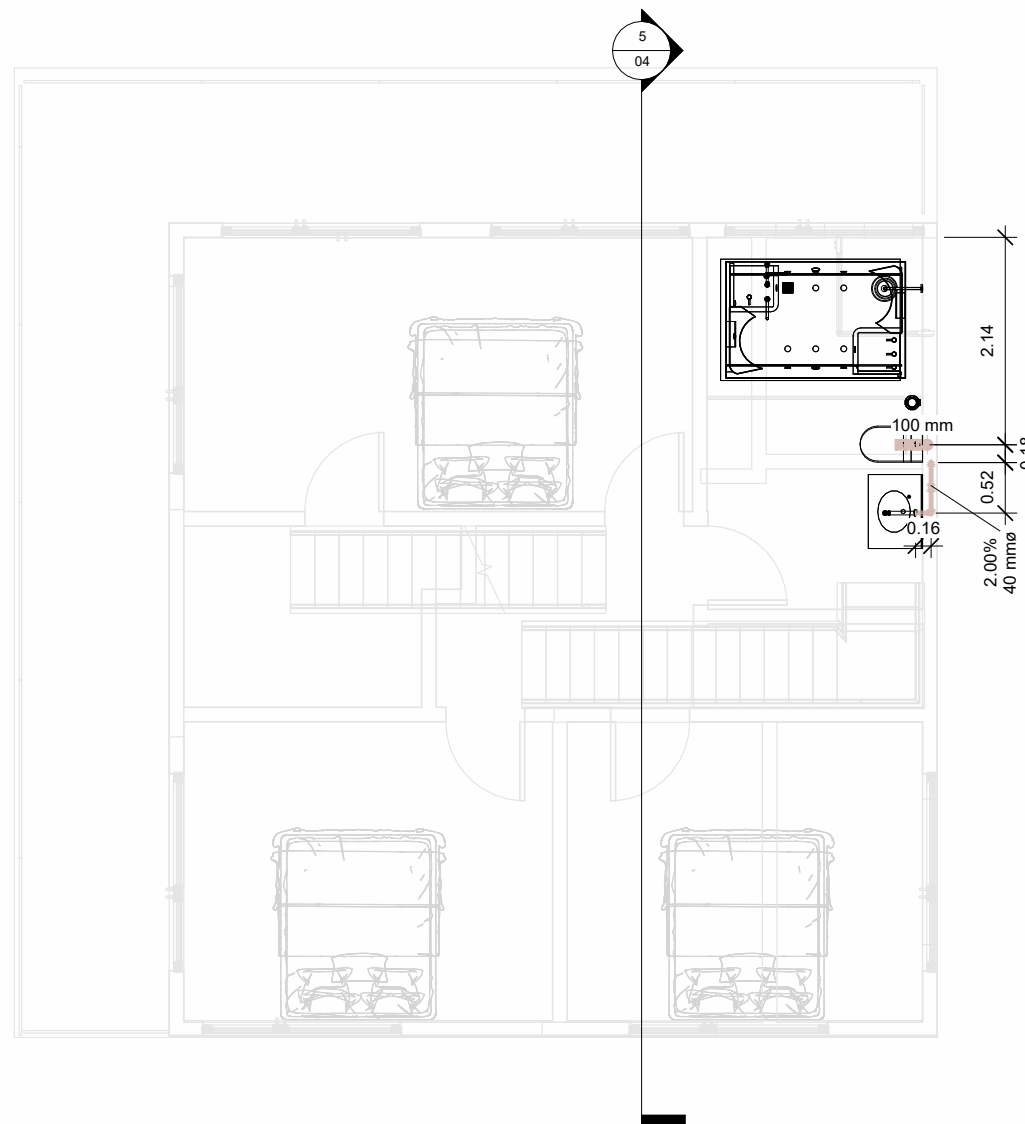
5 Corte 3
1 : 20

A.C.
A.C. TRATADA

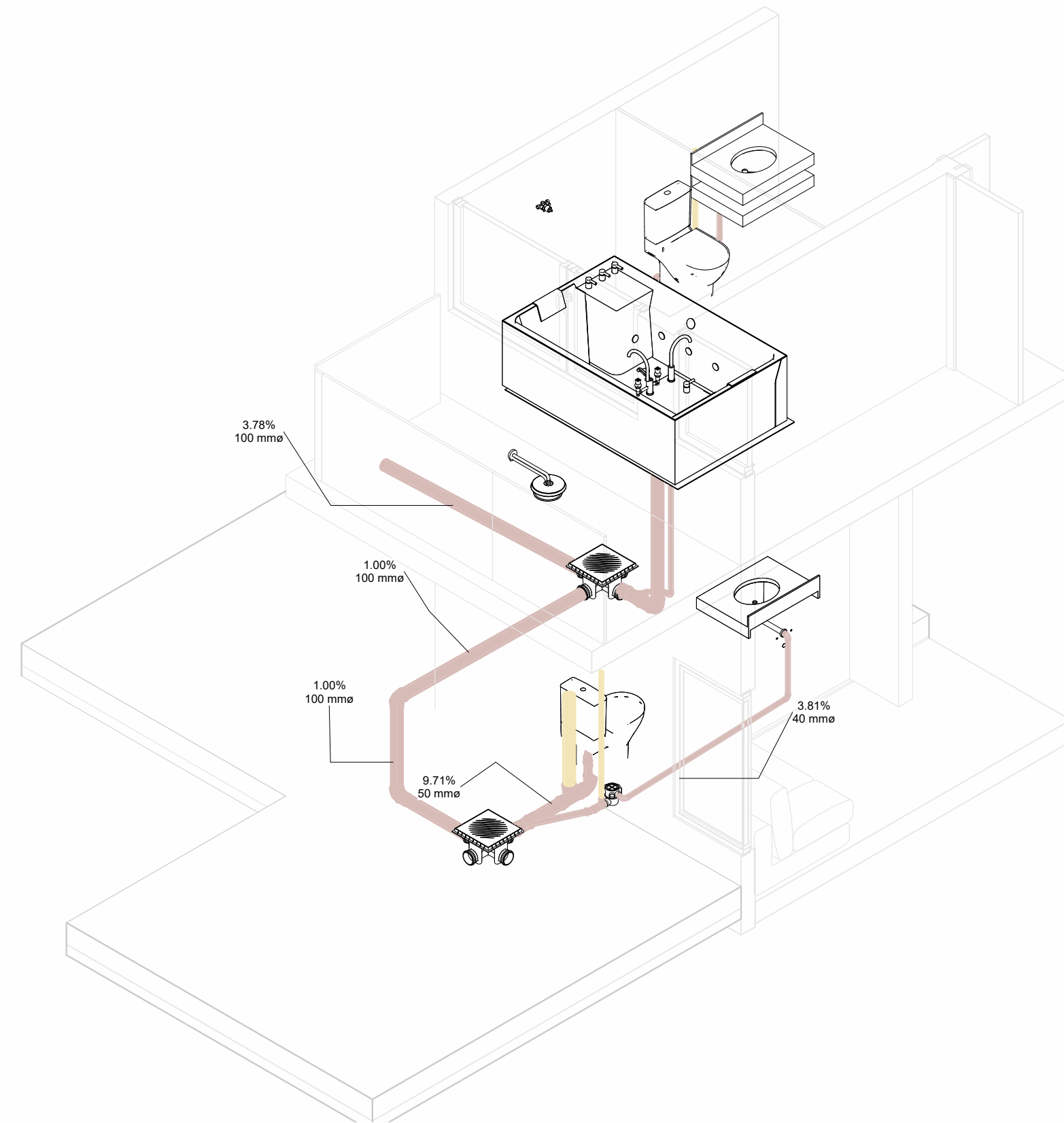




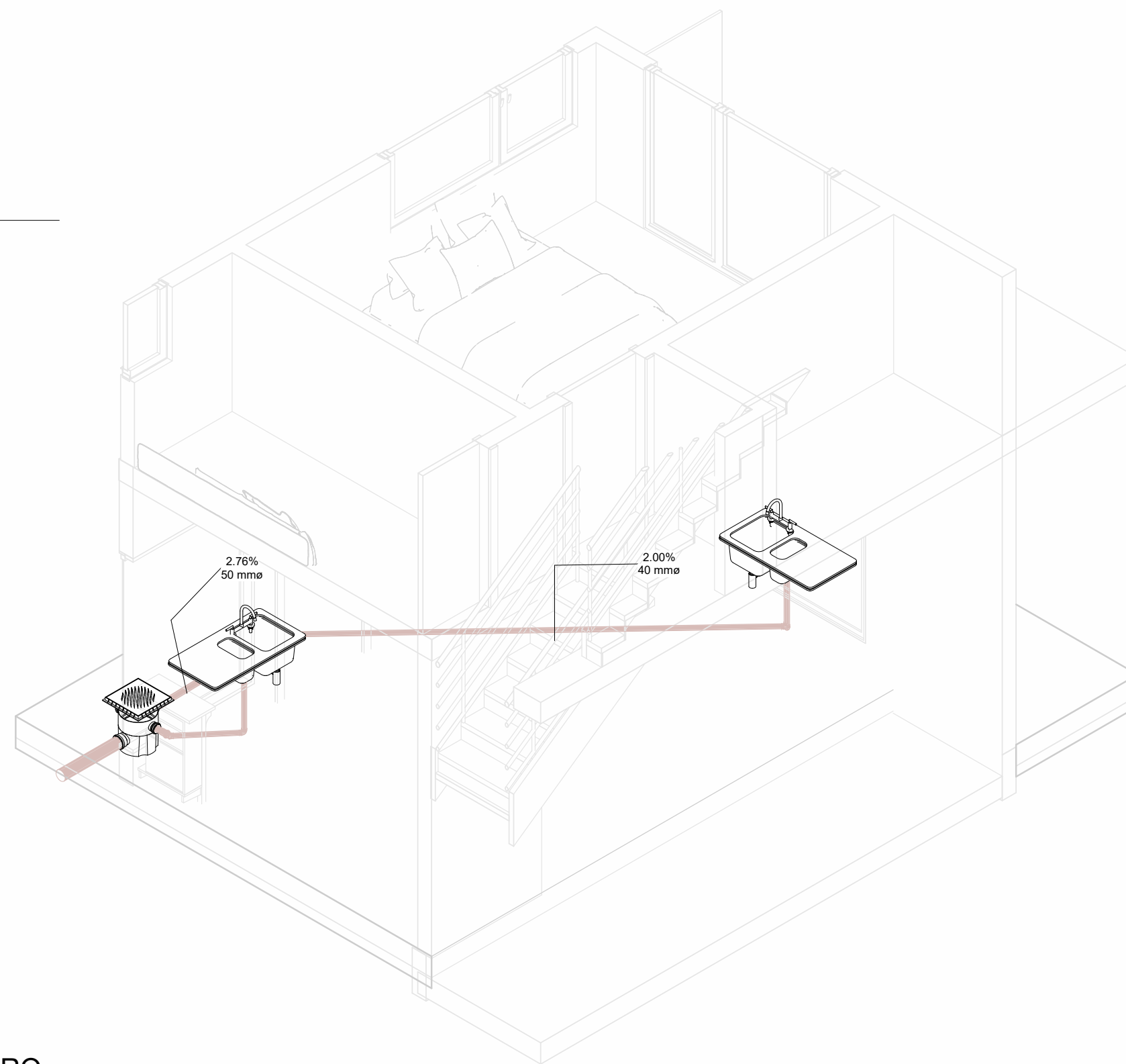
1 COORD - Nível 1
1 : 50



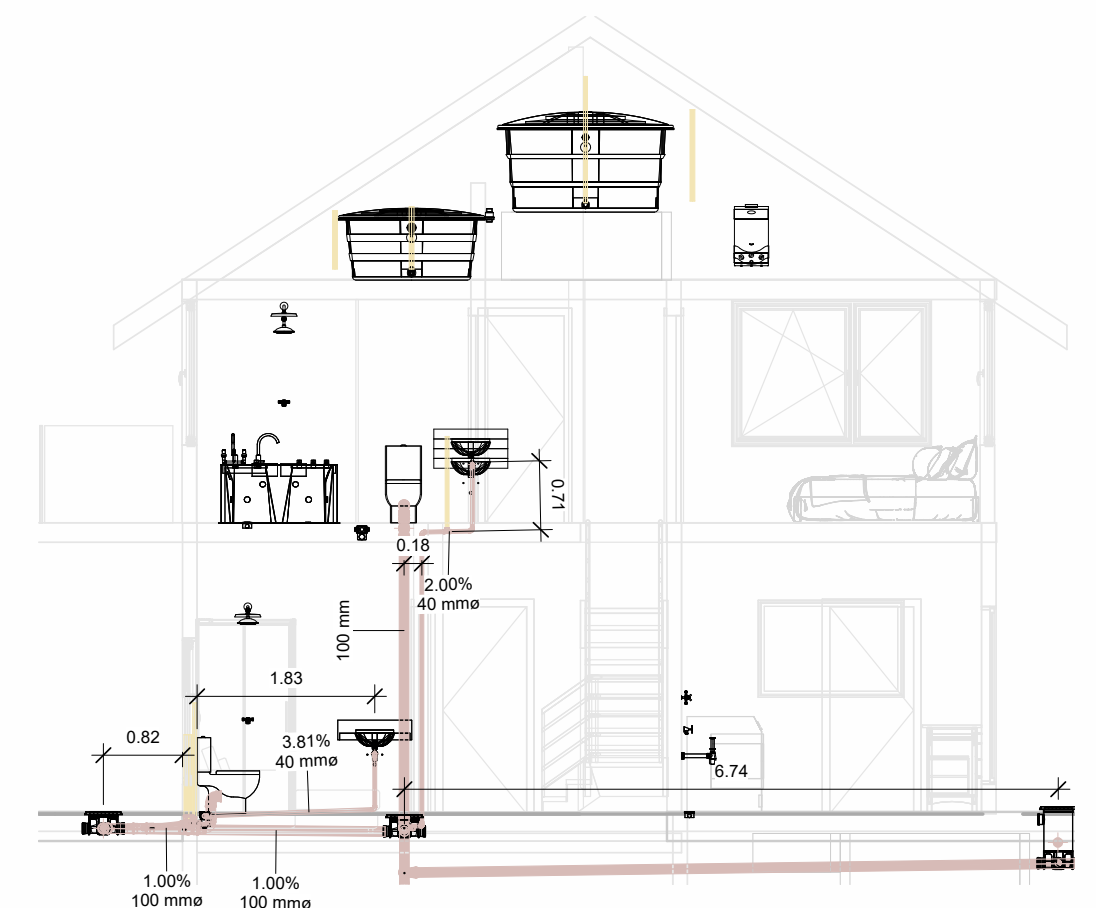
2 COORD - Nível 2
1 : 50



3 ESGOTO BANHEIRO



4 ESGOTO BANHEIRO
Copiar 1



5 Corte 5
1 : 50

PROJETO:	PROJETO REUSO DE ÁGUAS CINZAS	FOLHA:	04
PROP.:	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO		
LOCAL:	ITAIACOCA-PR	REV.:	
ASSUNTO:	ESGOTO	ESCALA:	1 : 50
AUTOR DO PROJETO:	MARIANA CÂNCIAN	DESENHO:	Autor
		DATA:	10/10/2024

**Anexo C - Orçamento de instalações hidrossanitárias para a residência
referência**

ORÇAMENTO INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

Item	Discriminação
1	ÁGUA FRIA
2	ÁGUA QUENTE
3	ESGOTO

Item	Código SINAPI/SEIL	Discriminação	Qtde.	Un	Preço unitário	Preço global sem BDI	Preço global com BDI
1		ÁGUA FRIA					
1.1	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	41,68	M	11,07	461,40	585,42
1.2	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	9,12	M	12,76	116,31	147,57
1.3	89403	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	17,99	M	18,62	334,97	425,01
1.4	89357	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,24	M	6,02	7,46	9,47
1.5	89449	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	35,51	M	15,13	537,27	681,69
1.6	89450	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 60MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	8,59	M	23,99	206,07	261,46
1.7	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,24	M	25,91	32,00	40,60
1.8	89360	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	15,00	UN	10,14	152,10	192,98
1.9	89364	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	6,00	UN	12,40	74,40	94,40
1.10	89369	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	16,00	UN	17,34	277,44	352,02
1.11	89499	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	2,00	UN	17,81	35,62	45,19
1.12	89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	20,00	UN	14,38	287,60	364,91
1.13	89445	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,00	UN	19,05	76,20	
1.14	94690	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	1,00	UN	11,20	11,20	11,20
1.15	103993	BUCHA DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 40MM X 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,00	UN	10,35	41,40	51,75
1.16	105234	BUCHA DE REDUÇÃO PVC, SOLDÁVEL, LONGA, DN 50 X 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	1,00	UN	9,31	9,31	9,31
1.17	104004	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	30,08	30,08	30,08
1.18	104008	TE DE REDUÇÃO, 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 32 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	30,62	30,62	30,62
1.19	89393	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	3,00	UN	12,25	36,75	15,24

1.20	103953	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 X 25 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,00	UN	7,91	31,64	16,24
1.21	103952	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 X 20 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	2,00	UN	6,38	12,76	17,24
1.22	104008	TE DE REDUÇÃO, 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 32 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	30,62	30,62	18,24
1.23	94672	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM X 3/4", INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	6,00	UN	5,95	35,70	45,30
1.24	104009	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 X 40 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	13,62	13,62	19,24
1.25	103041	REGISTRO DE ESFERA, PVC, ROSCÁVEL, COM BORBOLETA, 1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	3,00	UN	23,01	69,03	20,24
1.26	94490	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 32 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	2,00	UN	51,15	102,30	21,24
1.27	103049	REGISTRO DE PRESSÃO, PVC, SOLDÁVEL, VOLANTE SIMPLES, DN 25 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	1,00	UN	22,94	22,94	22,24
1.28	102609	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	1,00	UN	1.307,51	1.307,51	23,24
SUB TOTAL DO ITEM 1						4.384,32	5.562,83
2		ÁGUA QUENTE					
2.1	89717	TUBO, CPVC, SOLDÁVEL, DN 28MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	8,37	M	42,43	355,14	450,60
2.2	89770	TUBO, CPVC, SOLDÁVEL, DN 35MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,92	M	43,91	216,04	274,11
2.3	94743	CURVA 90 GRAUS, CPVC, SOLDÁVEL, DN 28 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	10,00	UN	20,51	205,10	260,23
2.4	105226	TE DE REDUÇÃO, CPVC, DN 35 X 28 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	1,00	UN	39,09	39,09	49,60
2.5	89705	TÊ, CPVC, SOLDÁVEL, DN28MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	27,84	27,84	35,32
SUB TOTAL DO ITEM 2						488,07	619,26
3		ESGOTO					
3.1	89714	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	43,19	M	42,20	1.822,62	2.312,54
3.2	89712	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	6,91	M	30,31	209,44	265,74
3.3	89711	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	12,10	M	24,14	292,09	370,60
3.4	89798	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_08/2022	13,10	M	14,35	187,99	238,52
3.5	89800	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_08/2022	14,10	M	31,72	447,25	567,47
3.6	89746	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	5,00	UN	29,11	145,55	184,67
3.7	89724	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	9,00	UN	11,47	103,23	130,98

3.8	89731	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	4,00	UN	15,46	61,84	78,46
3.9	89744	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	4,00	UN	28,23	112,92	143,27
3.10	89732	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	16,22	32,44	41,16
3.11	89726	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	6,00	UN	11,71	70,26	89,15
3.12	104341	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL E ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	4,00	UN	11,43	45,72	58,01
3.13	104345	JUNÇÃO DE REDUÇÃO INVERTIDA, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	44,00	88,00	111,65
3.14	89827	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100x100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_08/2022	1,00	UN	19,43	19,43	24,65
3.15	104009	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 X 40 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	13,62	13,62	17,28
3.16	89779	LUVA DE CORRER, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	UN	12	35,18	422,16	535,64
3.17	89754	LUVA DE CORRER, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	UN	16	21,41	342,56	434,64
3.18	89709	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	21,00	42,00	53,29
3.19	89709	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	21,00	42,00	53,29
3.20	89707	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	49,54	99,08	125,71
3.21	86883	SIFÃO DO TIPO FLEXÍVEL EM PVC 1 X 1.1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	4,00	UN	11,40	45,60	57,86
3.22	86881	SIFÃO DO TIPO GARRAFA EM METAL CROMADO 1 X 1.1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	2,00	UN	280,88	561,76	712,76
3.23	98105	CAIXA DE GORDURA DUPLA (CAPACIDADE: 126 L), RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS = 0,4X0,7 M, ALTURA INTERNA = 0,8 M. AF_12/2020	1,00	UN	685,06	685,06	869,20
SUB TOTAL DO ITEM 3						5.892,62	7.476,56
		SUB-TOTAL DA PLANILHA				10.765,01	
		BDI DE 26,88 %				2.893,63	
		TOTAL DA PLANILHA INCLUSO BDI					13.658,64

**Anexo D - Orçamento de instalações hidrossanitárias, com sistema de reúso
de águas cinzas, para a residência referência**

ORÇAMENTO INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS E SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS

Item	Discriminação
1	ÁGUA FRIA
2	ÁGUA QUENTE
3	ESGOTO
4	ÁGUAS CINZAS

Item	Código SINAPI/SEIL	Discriminação	Qtde.	Un	Preço unitário	Preço global sem BDI	Preço global com BDI
1		ÁGUA FRIA					
1.2	89401	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 20MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	30,39	M	11,07	336,42	426,85
1.3	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	0,76	M	12,76	9,70	12,31
1.4	89403	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	21,15	M	18,62	393,81	499,67
1.5	89449	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	9,06	M	15,13	137,08	173,93
1.6	89356	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,22	M	25,91	31,61	40,11
1.7	89360	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	15,00	UN	10,14	152,10	192,98
1.8	89364	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	12,40	12,40	15,73
1.9	89369	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	14,00	UN	17,34	242,76	308,01
1.10	89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	8,00	UN	14,38	115,04	145,96
1.11	89445	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	6,00	UN	19,05	114,30	145,02
1.12	94690	TÊ, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	1,00	UN	11,20	11,20	14,21
1.13	104004	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	30,08	30,08	38,17
1.14	104008	TE DE REDUÇÃO, 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 32 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	2,00	UN	30,62	61,24	77,70

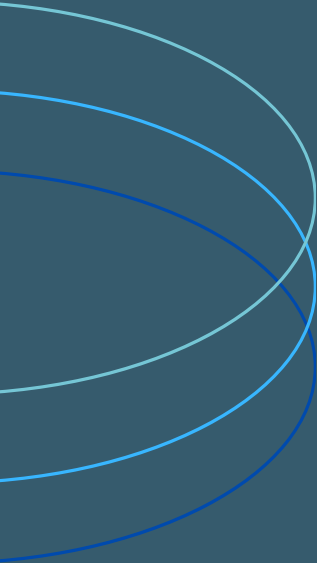
1.15	89440	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	13,24	13,24	16,80
1.16	103953	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 X 25 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,00	UN	7,91	31,64	40,14
1.17	89393	TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 20MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	12,25	12,25	15,54
1.18	103952	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 X 20 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,00	UN	6,38	25,52	32,38
1.19	104008	TE DE REDUÇÃO, 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 32 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	30,62	30,62	38,85
1.20	94672	JOELHO 90 GRAUS COM BUCHA DE LATÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25 MM X 3/4", INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	6,00	UN	5,95	35,70	45,30
1.21	103041	REGISTRO DE ESFERA, PVC, ROSCÁVEL, COM BORBOLETA, 1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	3,00	UN	23,01	69,03	87,59
1.22	94490	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 32 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	2,00	UN	51,15	102,30	129,80
1.23	103049	REGISTRO DE PRESSÃO, PVC, SOLDÁVEL, VOLANTE SIMPLES, DN 25 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	1,00	UN	22,94	22,94	29,11
1.24	102608	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 1500 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	1,00	UN	1.150,57	1.150,57	1.459,84
SUB TOTAL DO ITEM 1						3.141,55	3.986,00
2		ÁGUA QUENTE					
2.1	89717	TUBO, CPVC, SOLDÁVEL, DN 28MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	8,37	M	42,43	355,14	450,60
2.2	89770	TUBO, CPVC, SOLDÁVEL, DN 35MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,92	M	43,91	216,04	274,11
2.3	94743	CURVA 90 GRAUS, CPVC, SOLDÁVEL, DN 28 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	10,00	UN	20,51	205,10	260,23
2.4	105226	TE DE REDUÇÃO, CPVC, DN 35 X 28 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	1,00	UN	39,09	39,09	49,60
2.5	89705	TÊ, CPVC, SOLDÁVEL, DN28MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	27,84	27,84	35,32
SUB TOTAL DO ITEM 2						488,07	619,26
3		ESGOTO					
3.1	89714	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	44,56	M	42,20	1.880,43	2.385,89

3.2	89712	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,02	M	30,31	61,23	77,69
3.3	89711	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	12,66	M	24,14	305,61	387,76
3.4	89746	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	4,00	UN	29,11	116,44	147,74
3.5	89724	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	11,00	UN	11,47	126,17	160,08
3.6	89731	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	1,00	UN	15,46	15,46	19,62
3.7	89744	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	3,00	UN	28,23	84,69	107,45
3.8	89726	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	3,00	UN	11,71	35,13	44,57
3.9	104341	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL E ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	4,00	UN	11,43	45,72	58,01
3.10	104345	JUNÇÃO DE REDUÇÃO INVERTIDA, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	44,00	88,00	111,65
3.11	89827	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100x100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_08/2022	1,00	UN	19,43	19,43	24,65
3.12	104009	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 X 40 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	13,62	13,62	17,28
3.13	89779	LUVA DE CORRER, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	UN	12	35,18	422,16	535,64
3.14	89754	LUVA DE CORRER, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	UN	16	21,41	342,56	434,64
3.15	89709	RALO SIFONADO, PVC, DN 100 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	21,00	42,00	53,29

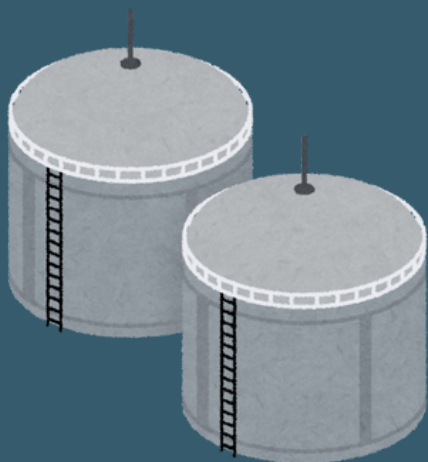
3.16	89707	CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	49,54	99,08	125,71
3.17	86883	SIFÃO DO TIPO FLEXÍVEL EM PVC 1 X 1.1/2 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	4,00	UN	11,40	45,60	57,86
3.18	86881	SIFÃO DO TIPO GARRAFA EM METAL CROMADO 1 X 1.1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	2,00	UN	280,88	561,76	712,76
3.19	98105	CAIXA DE GORDURA DUPLA (CAPACIDADE: 126 L), RETANGULAR, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS = 0,4X0,7 M, ALTURA INTERNA = 0,8 M. AF_12/2020	1,00	UN	685,06	685,06	869,20
SUB TOTAL DO ITEM 3						4.990,15	6.331,50
4		ÁGUAS CINZAS					
4.1	-	ESTAÇÃO DE TRATAMENTO ÁGUAS CINZAS - (MARCA ÁGUAS CINZAS)	1,00	UN	1.970,00	1.970,00	2.499,54
4.2	102622	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 500 LITROS (INCLUSOS TUBOS, CONEXÕES E TORNEIRA DE BÓIA) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	2,00	UN	625,42	1.250,84	1.587,07
4.3	94492	REGISTRO DE ESFERA, PVC, SOLDÁVEL, COM VOLANTE, DN 50 MM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	9,00	UN	23,01	207,09	262,76
4.4	94800	TORNEIRA DE BOIA PARA CAIXA D'ÁGUA, ROSCÁVEL, 2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	1,00	UN	239,58	239,58	303,98
4.5	102111	BOMBA CENTRÍFUGA, MONOFÁSICA, 0,5 CV OU 0,49 HP, HM 6 A 20 M, Q 1,2 A 8,3 M3/H - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2020	1,00	UN	997,11	997,11	1.265,13
4.6	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA. AF_09/2024	5,78	m³	100,00	578,40	733,87
4.7	92267	FABRICAÇÃO DE FÔRMA PARA LAJES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, E = 17 MM. AF_09/2020	11,50	m²	43,80	503,70	639,09
4.8	103684	CONCRETAGEM DE RESERVATÓRIOS, FCK=25 MPA, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS	1,19	m³	609,30	726,83	922,20
4.9	96624	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESSURA DE *10 CM*. AF_01/2024	0,24	m³	143,81	34,51	43,79
4.10	103008	VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	1,00	un	100,82	100,82	127,92
4.11	89402	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	0,55	M	12,76	7,02	8,91
4.12	89403	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	0,24	M	18,62	4,47	5,67
4.13	89449	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	28,72	M	15,13	434,53	551,33
4.14	89711	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	4,00	M	24,14	96,56	122,52
4.15	89712	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	32,65	M	14,35	468,53	594,47

4.16	89802	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_08/2022	10,00	UN	10,24	102,40	129,93
4.17	89746	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	29,11	58,22	73,87
4.18	89724	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	4,00	UN	11,47	45,88	58,21
4.19	89731	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	5,00	UN	15,46	77,30	98,08
4.20	89744	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	1,00	UN	28,23	28,23	35,82
4.21	89726	JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	11,71	23,42	29,72
4.22	104341	BUCHA DE REDUÇÃO LONGA, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 40 MM, JUNTA SOLDÁVEL E ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	2,00	UN	11,43	22,86	29,00
4.23	104345	JUNÇÃO DE REDUÇÃO INVERTIDA, PVC, SÉRIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022	1,00	UN	44,00	44,00	55,83
4.24	89827	JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM PRUMADA DE ESGOTO SANITÁRIO OU VENTILAÇÃO. AF_08/2022	1,00	UN	19,43	19,43	24,65
4.25	89501	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	16,00	UN	14,38	230,08	291,93
4.26	104009	BUCHA DE REDUÇÃO, CURTA, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 X 40 MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	13,62	13,62	17,28
4.27	89364	CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	1,00	UN	12,40	12,40	15,73
4.28	89445	TÊ DE REDUÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM X 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	4,00	UN	19,05	76,20	96,68
SUB TOTAL DO ITEM 4						8.374,03	10.624,97
		SUB-TOTAL DA PLANILHA				16.993,80	
		BDI DE 26,88 %				4.567,93	
		TOTAL DA PLANILHA INCLUSO BDI					21.561,73

**Anexo E - Manual de uso, operação e manutenção proposto pela NBR
16.783/2019**



MANUAL DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS



SUMÁRIO



02

ASPECTOS GERAIS



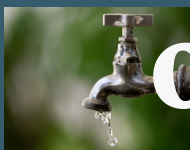
03

RECOMENDAÇÕES DE USO



04

MODELO E CARCTERÍSTICAS DO SISTEMA



06

FUNCIÓNAMENTO



08

OPERACÃO E MANUTENCÃO

Aspectos Gerais:

- Independência total: O sistema predial de água não potável, incluindo o de água cinza, deve ser completamente independente do sistema de água potável. Isso significa tubulações, reservatórios e componentes separados para evitar qualquer possibilidade de contaminação cruzada.
- Conformidade com Normas: As instalações devem estar em conformidade com a ABNT NBR 16783:2019, ABNT NBR 5626 (Instalação predial de água fria) e ABNT NBR 8160 (Sistemas prediais de esgoto sanitário).
- Materiais Adequados: Os materiais das tubulações e componentes devem ser compatíveis com a água não potável e atender às normas técnicas. Tubos translúcidos são proibidos. É recomendado usar materiais diferentes para os sistemas potável e não potável.
- By-pass: É recomendado um dispositivo de by-pass para o sistema de tratamento e suas unidades principais para facilitar a manutenção e situações de emergência.
- Extravasão: O sistema de tratamento deve ter extravasão e by-pass conectados ao sistema de esgoto, nunca à drenagem pluvial (exceto com autorização do órgão responsável).
- Separação Atmosférica: Devem ser utilizadas soluções para garantir a separação atmosférica entre os sistemas de água potável e não potável, para evitar o refluxo da água cinza para a tubulação de água potável.
- Tubulação: A tubulação de distribuição de água cinza deve ser totalmente independente da tubulação de água potável.
- Identificação: A tubulação de água cinza deve ser identificada pela cor magenta (Munsell 2.5 RP 3/10) e ter a inscrição "ÁGUA NÃO POTÁVEL" em toda a sua extensão.

RECOMENDAÇÕES DE USO

Compreendendo o Sistema:

Água Cinza x Água Potável: É fundamental entender que a água cinza, mesmo tratada, não é potável e nunca deve ser utilizada para beber, cozinhar, tomar banho ou qualquer outro uso que envolva contato direto com o corpo.

Usos Permitidos: A água cinza tratada pode ser utilizada com segurança para fins não potáveis, como:

- Descarga de bacias sanitárias e mictórios.
- Lavagem de áreas externas (logradouros, pátios, garagens).
- Lavagem de veículos.
- Irrigação de jardins e áreas verdes (preferencialmente por gotejamento).
- Uso ornamental em fontes, chafarizes e lagos.

Fontes de Água Cinza: As fontes de água cinza para o sistema devem ser:

- Ralos de chuveiros, banheiras, lavatórios e tanques.
- Máquina de lavar roupa.

Nunca inclua água do vaso sanitário ou da pia da cozinha.

MODELO E CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

ETAC - FILTRO COMPACTO



Estação de Tratamento de Água Cinza para Residências

Temos soluções versáteis para sua residência ou soluções mais ambiciosas para seu projeto...

▲ ÁguaCinza

O processo de filtragem é realizado de forma simples. A água passa através de uma mídia filtrante (tela de 75 fios), que retém impurezas e sedimentos. Durante o tratamento, são utilizados produtos como pastilhas de cloro, floculantes e reguladores de pH, encontrados em lojas especializadas, para garantir a qualidade da água tratada, que estará pronta para ser reutilizada.

A estação realiza a separação dos resíduos pesados e leves, retendo materiais como pelos e descartando-os para o esgoto, através de um processo de autolimpeza da mídia filtrante. A autolimpeza é acionada pela própria força da água, que promove uma centrifugação capaz de manter o sistema operante por até 72 horas sem intervenção manual. Após esse período, é necessária a remoção da mídia filtrante para limpeza.

Após a filtragem, a água é submetida ao processo de dosagem de produtos químicos, seguindo então para um reservatório onde fica em tratamento. A água armazenada pode ser utilizada diretamente para atividades como limpeza e irrigação de jardins. No caso de reutilização para descargas, recomenda-se o bombeamento da água para outro reservatório, onde ela deve permanecer por um período mínimo de quatro horas para decantação e clarificação.

O Filtro Dosador possibilita o reaproveitamento de água proveniente de diversas fontes, como chuveiros, tanques, lavatórios, máquinas de lavar, bebedouros e a lavagem de alimentos. Isso permite a utilização da água tratada em diversas atividades, como limpeza de calçadas, rega de jardins, lavagem de carros e outras tarefas domésticas, promovendo o uso consciente dos recursos hídricos.

Durante a instalação da ETAC, é importante garantir que os níveis da entrada de água, da saída para o reservatório e da saída para o esgoto estejam corretamente ajustados, de modo que a água flua por gravidade. A saída para o esgoto não deve ficar acima da entrada de água do sistema.

MODELO E CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA

BOMBA PERIFÉRICA COM BOIA ELÉTRICA



A bomba d'água e a boia elétrica trabalham juntas em sistemas de abastecimento para garantir o enchimento eficiente da caixa d'água de forma automática. A boia elétrica monitora o nível da água, acionando a bomba quando o nível está baixo e desligando-a quando a caixa atinge sua capacidade, evitando desperdício. Esse sistema elimina a necessidade de controle manual, sendo ideal para locais de difícil acesso. No entanto, é importante escolher corretamente os modelos de bomba e boia, pois existem versões que funcionam apenas com acionamento manual.

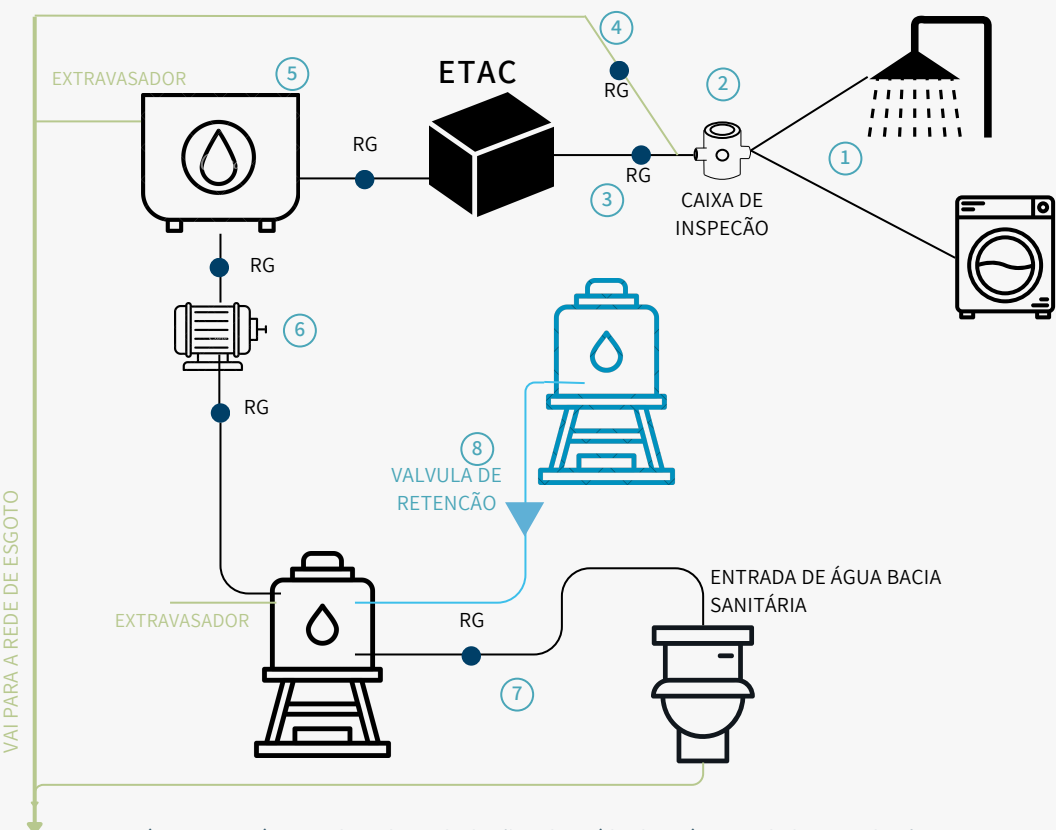
RESERVATÓRIO 500 L



O polietileno é um material durável, leve e fácil de transportar, sendo resistente aos raios UV, o que impede a proliferação de algas e outros micro-organismos dentro do reservatório, especialmente em áreas expostas ao sol. Além disso, ele não reage com o cloro ou outros produtos químicos comumente utilizados no tratamento da água. A escolha por um reservatório de polietileno também se justifica por sua durabilidade e baixo custo de manutenção, sendo uma solução eficiente e econômica para diversos sistemas de abastecimento.

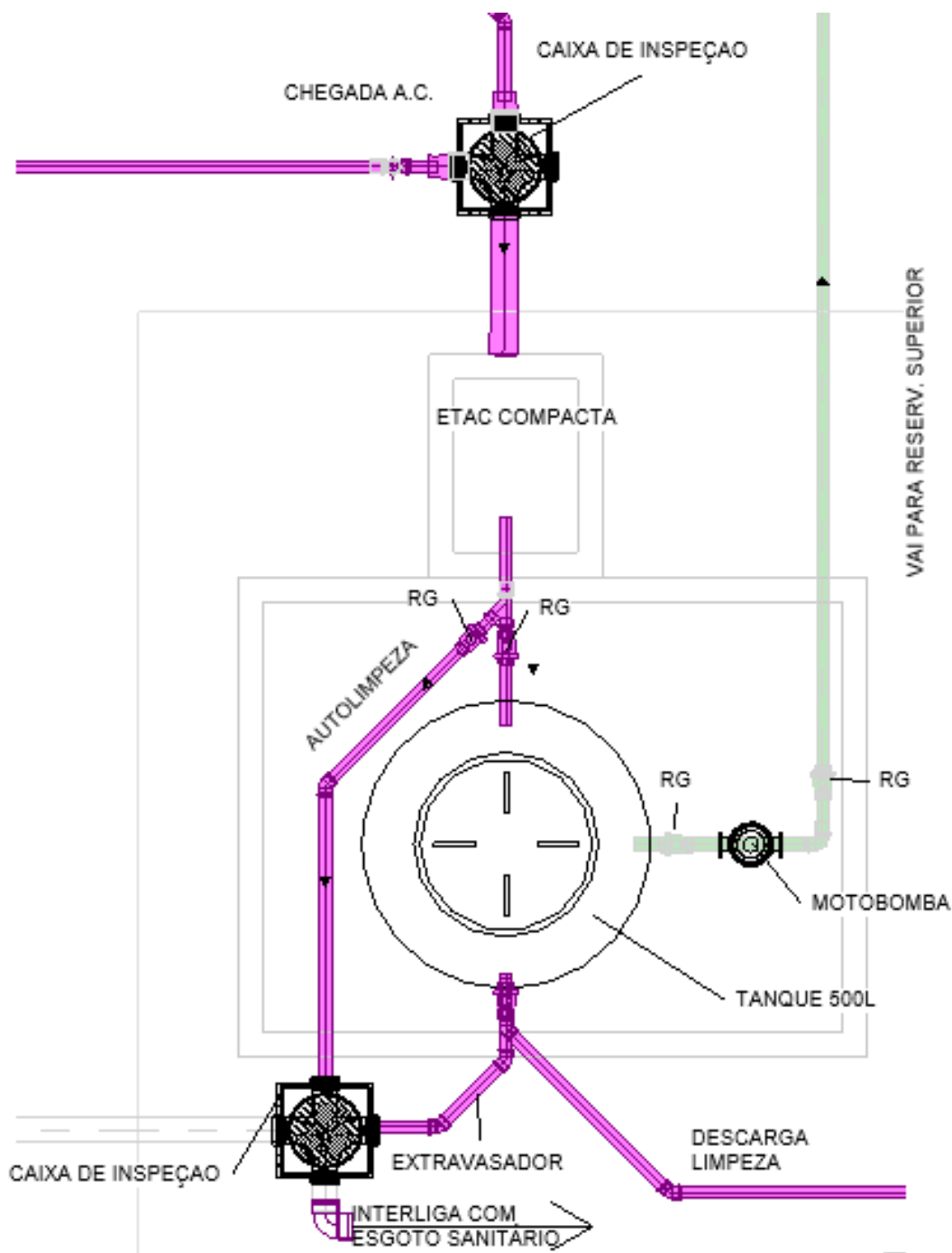
Optar por um reservatório com tampa larga facilita a limpeza periódica, garantindo que a água armazenada permaneça em boas condições de higiene. A inclusão de dispositivos como o extravasor e a descarga é essencial para evitar transbordamentos e possibilitar a drenagem completa do reservatório, quando necessário, evitando acúmulo de resíduos e assegurando a manutenção da qualidade da água.

FUNCIONAMENTO



1. A água cinza é captada pelas tubulações de saída da máquina de lavar e do chuveiro.
2. As tubulações convergem para a caixa de inspeção.
3. Um registro separa a caixa de inspeção da estação compacta (ETAC). Quando o registro está aberto, a água segue por gravidade até a ETAC.
4. A caixa de inspeção possui uma tubulação de limpeza conectada à rede de esgoto, controlada por um registro.
5. Após o tratamento na ETAC, a água é direcionada ao reservatório, onde deve permanecer por no mínimo 4 horas para decantação. Esse reservatório deve ser equipado com saídas para limpeza e extravasão, conectadas à rede de esgoto.
6. A bomba periférica é acionada pela boia elétrica instalada no reservatório superior, quando o nível de água estiver baixo. Quando acionada, a bomba recalca a água para o reservatório superior.
7. O reservatório superior abastece as bacias sanitárias por gravidade.
8. O reservatório superior possui um sistema de segurança para, em caso de falta de água cinza, ser abastecido com água potável, através da interligação com o reservatório de água potável controlada por um registro de boia de nível, situado abaixo do nível mínimo onde se localiza a boia elétrica. A válvula de retenção impede o fluxo reverso, evitando a contaminação da água potável.

PLANTA BAIXA SISTEMA DE REUSO



OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO:

Monitoramento da Qualidade da Água: Monitore a qualidade da água cinza tratada visualmente (cor e odor) e realize análises laboratoriais periodicamente, conforme as frequências recomendadas na Resolução Nº 122/2023 CERH, conforme o quadro a seguir:

Parâmetros	Vazão (m³/dia)		
	$Q \leq 150$	$150 < Q \leq 300$	$300 < Q$
pH	Semestral	Trimestral	Bimestral
Coliformes termotolerantes ou <i>Escherichia coli</i>	Semestral	Trimestral	Bimestral
Ovos viáveis de helmintos	Semestral	Trimestral	Bimestral
Cloro Residual Total (CRT)	Semestral	Trimestral	Bimestral
Condutividade elétrica (CE)	Semestral	Trimestral	Bimestral

Limpeza: Limpe os reservatórios de água cinza a cada seis meses, ou com mais frequência se necessário. Para evitar odores, esgote completamente os reservatórios e tubulações semanalmente

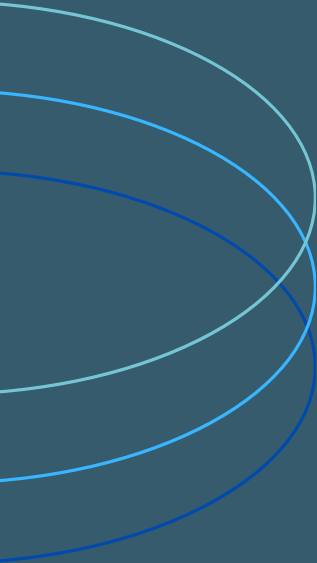
Manutenção Preventiva: Siga as recomendações do fabricante para a manutenção preventiva da ETAC, incluindo a limpeza de filtros e a reposição de produtos químicos

Registros: Mantenha os registros de manutenção, análises de água e outros documentos relacionados ao sistema organizados e acessíveis.

Prevenção de Problemas:

Evite o Uso Indevido: Utilize a água cinza tratada apenas para os fins permitidos. Nunca a utilize para fins potáveis.

Proteja o Sistema de Contaminação: Evite o descarte de substâncias que possam contaminar a água cinza, como óleo de cozinha, produtos químicos de limpeza, tintas e solventes.



MANUAL DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS

