



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL



LETÍCIA GIAMARUSTI DOS SANTOS

**USO DE SISTEMAS BIM EM PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS: ESTUDO
DE CASO PARA UMA RESIDÊNCIA DE PADRÃO MÉDIO**

Uberlândia,
2021.

LETÍCIA GIAMARUSTI DOS SANTOS

**USO DE SISTEMAS BIM EM PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS: ESTUDO
DE CASO PARA UMA RESIDÊNCIA DE PADRÃO MÉDIO**

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

Prof. Orientador: André Luiz de Oliveira

Uberlândia,
2021.

LETÍCIA GIAMARUSTI DOS SANTOS

**USO DE SISTEMAS BIM EM PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS: ESTUDO
DE CASO PARA UMA RESIDÊNCIA DE PADRÃO MÉDIO**

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

Prof. Orientador: André Luiz de Oliveira

BANCA EXAMINADORA

Prof. André Luiz de Oliveira
Orientador

Prof. Carlos Eugênio Pereira
Examinador

Prof. Iridalques Fernandes de Paula
Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus que foi o principal responsável por essa conquista. Ele me fortaleceu e quando pensei em desistir ele me lembrou de suas promessas e fidelidade, jamais poderia chegar até aqui sem Ele.

Aos meus pais, Mário e Maria, agradeço por acreditarem no meu potencial. Obrigada pelo apoio, carinho e dedicação incondicionais e, por muitas vezes, renunciarem aos seus sonhos para que eu pudesse realizar os meus. Essa conquista também é de vocês!

Sou grata ao meu irmão e irmã, Leonardo e Patrícia, que se disponibilizaram a serem minha base, meus maiores incentivadores. Agradeço pela amizade e carinho familiar sem fim.

Agradeço aos meus pais espirituais, Sthella e Junior, por estarem presentes em toda essa trajetória. Com muito amor me acolheram em Uberlândia, me ensinaram e me guiaram não me deixando desanimar e me ajudando a vencer os medos que envolvem essa jornada. Hoje, compartilham da alegria da realização desse sonho comigo.

Agradeço também as minhas amigas Mariana, Stephani, Patricia e Bethania que me supriram em alegria, incentivos e compreensões nos momentos de crise. Agora vamos comemorar juntas essa conquista.

Aos meus amigos e amigas da graduação, pelas experiências vividas e pelos conhecimentos compartilhados.

Expresso imensa gratidão à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia por todo conhecimento adquirido nos últimos anos e por serem excelentes em tudo. Esse é o maior ensinamento que levarei para toda a vida.

Agradeço, em especial, ao professor André Luiz de Oliveira, pelos ensinamentos transmitidos na graduação, esclarecimentos e disponibilidade para orientar este trabalho.

RESUMO

Modelagem da Informação da Construção (em inglês, Building Information Modeling – BIM) é um dos sistemas desenvolvidos pela indústria da construção civil que, atualmente, é indispensável para proporcionar a otimização dos recursos humanos e financeiros. O BIM introduz o conceito de Engenharia Simultânea que significa trabalhar com várias disciplinas de projeto paralelamente, além de criar um meio de comunicação eficaz entre os *stakeholders*, sendo o resultado final da construção mais preciso de forma que as informações não se perdem no processo. O aprimoramento desse conceito culminou no desenvolvimento de tecnologias e programas capazes de produzir resultados reais para o planejamento de obras e também para a concepção de projetos. *Softwares* como o Revit da Autodesk são, hoje em dia, de aplicação fundamental, sendo capazes de simular e produzir ambientes dinâmicos e acessíveis a todas as disciplinas envolvidas. Para tanto o presente trabalho aborda os conceitos relacionados a metodologia BIM, como a interoperabilidade e a compatibilização de projetos. Além disso, tem como objetivo principal demonstrar a elaboração dos projetos de instalações hidrossanitárias de uma residência de médio padrão, destacando o uso da tecnologia BIM para obter os melhores resultados. Nessa perspectiva, obteve-se como resultado a geração das pranchas de detalhamento e quantitativos de maneira que se possibilitou, pela criação do modelo virtual 3D, garantir que o projeto esteja adequadamente representando ao que se pretende construir na realidade, estando já compatibilizado entre as disciplinas de esgoto, água fria, água quente e drenagem pluvial.

Palavras-chave: BIM; Instalações hidrossanitárias; Projeto; Tecnologia.

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) is a system developed by construction industry that is essential to provide the human and financial resources optimization. BIM presents the Concurrent Engineering concept, which means working with several design disciplines in parallel, in addition to creating an effective means of communication between stakeholders and, then, the final construction result is more accurate due to the information preservation during the process. The improvement of this concept resulted in the development of technologies and programs that are able to produce real result for constructions planning and also for projects conception. Software, such as Revit from Autodesk, are fundamental application able to simulate and to produce dynamic environment, accessible to all involved disciplines. Therefore, this work approaches concepts related to BIM methodology like interoperability and project compatibility. In addition, it is the main goal of this study to demonstrate the development of mid-range home plumbing project and highlight the BIM technology usage to obtain the best project execution results with the final creation of 3D models. Thus, this work resulted on detailed blueprint generation and quantitative data that allowed, through 3D virtual model creation, to assure that the project is being properly representing what is desired to construct in the reality with compatible disciplines of sewer, cold water, hot water and rain drainage.

Keywords: BIM; Hydraulic installations; Project; Technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de utilização do BIM.....	16
Figura 2. Fluxos básicos no processo de projeto BIM	16
Figura 3. Interoperabilidade do formato IFC	19
Figura 4. Conflito entre disciplinas	21
Figura 5. Biblioteca Nacional BIM	23
Figura 6. Exemplo de modelagem de projeto hidrossanitário.....	24
Figura 7. Fachada frontal edificação padrão	27
Figura 8. Planta baixa da edificação padrão	28
Figura 9. Planta baixa da edificação padrão.....	29
Figura 10. Planta baixa da edificação padrão.....	30
Figura 11. Corte JJ da edificação padrão	31
Figura 12. Corte KK da edificação padrão.....	32
Figura 13. Planta de Cobertura da edificação padrão.....	33
Figura 14. Áreas permeáveis da edificação padrão.....	34
Figura 15. Planta de Locação edificação padrão.....	35
Figura 16. Planta baixa condomínio – Implantação	36
Figura 17. Fachada frontal e lateral – Modelo 3D do projeto arquitetônico	40
Figura 18. Fachadas lateral e posterior – Modelo 3D do projeto arquitetônico	41
Figura 19. Planta baixa Pavimento Térreo – Modelo 3D do projeto arquitetônico.....	41
Figura 20. Planta baixa 1 Pavimento – Modelo 3D do projeto arquitetônico	42
Figura 21. Planta baixa Barrilete e Cobertura – Modelo 3D do projeto arquitetônico.....	42
Figura 22. Planta baixa Caixa d’água – Modelo 3D do projeto arquitetônico	43
Figura 23. Legenda de cores	44
Figura 24. Legenda de cores das caixas	44
Figura 25. Contribuição da cobertura para o cálculo da vazão – parte 01	45
Figura 26. Contribuição da cobertura para o cálculo da vazão – parte 02	45
Figura 27. Contribuição da cobertura para a calha principal e para a calha da garagem	46
Figura 28. Dimensões da platibanda para cálculo da área de contribuição.....	47
Figura 29. Intensidade pluviométrica – parte 01	48
Figura 30.1 Capacidade dos condutores horizontais	49
Figura 30.2 Ábaco para dimensionamento de condutores verticais.....	50
Figura 31. Telhamento da garagem com caimento	50
Figura 32. Calha em telhado embutido	51
Figura 33. Lançamento da tubulação de 75mm de pluvial.....	51
Figura 34. Detalhe da conexão de tubos e desvio do pilar	51
Figura 35. Descidas de pluvial de 100mm	52
Figura 36. Junção entre saídas de pluvial.....	53
Figura 37. Modelagem 3D do projeto de drenagem pluvial.....	53
Figura 38. Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários.....	55
Figura 39. Ramais de descarga bacias sanitárias, lavatórios e chuveiros – 1º pavimento.....	56
Figura 40. Ramal de descarga da pia da cozinha	56
Figura 41. Ramais da lavanderia e banheiro – Pavimento Térreo.....	56
Figura 42. Dimensionamento de ramais de esgoto de caixas sifonadas.....	57
Figura 43. Ramal saída da caixa sifonada	57
Figura 44. Dimensionamento dos ramais de esgoto.....	58

Figura 45. Dimensionamento dos ramais de esgoto.....	58
Figura 46. Dimensionamento de tubos de queda	59
Figura 47. Tubo de queda.....	59
Figura 48. Dimensionamento de subcoletores e coletor predial.....	60
Figura 49. Subcoletores e coletor predial.....	60
Figura 50. Caixa de gordura Tigre	61
Figura 51. Caixa de gordura modelagem 3D	61
Figura 52. Caixas de inspeção.....	62
Figura 53. Dimensionamento de ramais de ventilação.....	63
Figura 54. Dimensionamento das colunas de ventilação	63
Figura 55. Ramais e coluna de ventilação.....	64
Figura 56. Distância máxima entre um desconector e o tubo ventilador	64
Figura 57. Exemplo de medição individualizada em condomínio horizontal	66
Figura 58. Tabela para determinação do hidrômetro	67
Figura 59. Medidor individual – padrão DMAE.....	68
Figura 60. Modelagem do hidrômetro padrão DMAE	68
Figura 61. Localização do medidor individual na residência	69
Figura 62. Dimensões Caixa d’água	70
Figura 63. Local destinado a instalação das caixas d’água	71
Figura 64. Estimativa de consumo de água quente	72
Figura 65. Boiler locado no nível do barrilete.....	74
Figura 66. Diferença de cotas entre boiler e chuveiro.....	75
Figura 67. Sistema de aquecimento solar a Vácuo.....	75
Figura 68. Modelagem Barrilete	76
Figura 69. Modelagem Boiler e ligação com caixas d’água	76
Figura 70. Ábaco luneta para pré-dimensionamento dos tubos de água fria.....	77
Figura 71. Ábaco luneta para pré-dimensionamento dos tubos de água quente.....	77
Figura 72. Pesos relativos para cada peça de utilização.....	77
Figura 73. Comprimentos equivalentes para PCV soldável.....	79
Figura 74. Trechos – dimensionamento de água fria	81
Figura 75. Trechos - dimensionamento de água quente.....	83
Figura 76. Sistema final de água fria e quente no <i>software</i> Revit.....	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Documentação a ser entregue em cada etapa de projeto	37
Tabela 2. Premissas de projeto.....	39
Tabela 3. Áreas de contribuição do projeto arquitetônico.....	46
Tabela 4. Vazão da calha da garagem	49
Tabela 5. Vazão total na calha principal da edificação	52
Tabela 6. Dimensões do reservatório FORTLEV	71
Tabela 7. Dimensionamento do sistema de água fria.....	80
Tabela 8. Dimensionamento do sistema de água quente.....	82

SUMÁRIO Toc88808936

1.1 JUSTIFICATIVA.....	13
1.2 OBJETIVO.....	13
02 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	14
2.2 OS <i>SOFTWARES</i> BIM E A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	17
2.3 MODELAGEM DE PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS.....	22
03 METODOLOGIA.....	26
3.1 PREMISSAS DE PROJETO.....	26
3.1.1 PROJETO ARQUITETÔNICO.....	26
3.1 ETAPAS DO TRABALHO.....	37
3.2 NORMAS UTILIZADAS.....	38
3.3 <i>SOFTWARES</i> UTILIZADOS.....	39
3.4 PREMISSAS DE PROJETO.....	39
04 DESENVOLVIMENTO.....	40
4.1 DO PROJETO ARQUITETÔNICO.....	40
4.2 DO TEMPLATE.....	43
4.3 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL.....	44
4.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E VENTILAÇÃO.....	54
4.4.1 DIÂMETRO DOS RAMAIS DE DESCARGA.....	54
4.4.2 CAIXAS SIFONADAS.....	57
4.4.3 RAMAIS DE ESGOTO.....	58
4.4.4 TUBOS DE QUEDA.....	59
4.4.5 SUBCOLETORES E COLETORES PREDIAIS.....	60
4.4.1 DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES.....	61
4.5 SISTEMA DE ÁGUA FRIA.....	65
4.5.1 CÁLCULO DO CONSUMO DIÁRIO.....	65
4.5.2 DETERMINAÇÃO DOS HIDRÔMETROS.....	66
4.5.3 RESERVATÓRIOS SUPERIORES DE ÁGUA FRIA.....	69
4.5.4 RESERVATÓRIO SUPERIOR DE ÁGUA QUENTE.....	71
4.5.5 DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA.....	76
4.6 CRIAÇÃO DAS PRANCHAS.....	85
5 CONCLUSÃO.....	86
REFERÊNCIAS.....	87
ANEXO A.....	92

01 INTRODUÇÃO

Modelagem da Informação da Construção (em inglês, Building Information Modeling – BIM) é um dos mais promissores sistemas já desenvolvidos para a indústria das engenharias, arquitetura e construção civil. Segundo Eastman et al. (2008), a metodologia BIM traz benefícios de longo alcance tanto para essa indústria quanto para a sociedade, uma vez que as edificações podem ser mais bem projetadas, de maneira a consumirem menos energia, exigirem menor esforço de mão de obra humana e proporcionarem otimização dos recursos financeiros.

Nesse sentido, para entender melhor as mudanças significativas que o BIM introduz, pode-se falar em uma modernização do processo de projetar, além de trazer um conceito de Engenharia Simultânea (DURANTE, K. F. 2013). Isso significa trabalhar com diversas disciplinas de projeto paralelamente, criando meios de comunicação efetivos entre os *stakeholders*, buscando um resultado final mais preciso e completo.

Atualmente, um dos problemas mais comuns no processo de implementação de um projeto de construção civil é a fragmentação das informações que, frequentemente, resultam em custos imprevistos, atraso de cronograma e retrabalho. Para Fabrício e Melhado (1998), o modelo de Engenharia Simultânea contribui significativamente para o avanço desse processo, já que busca abranger todas as facetas do Ciclo de Vida de uma edificação.

De acordo com Campestrini et. al. (2015), com o BIM se torna possível contratar uma única equipe de projetos sendo possível gerar diferentes soluções até que possa ser definida a melhor alternativa a ser executada no canteiro de obras. Ainda, em projetos concebidos em BIM, pode-se ver de forma organizada todas as informações compartilhadas pelos intervenientes do objeto o que proporciona estabelecer um ambiente colaborativo e ágil para a resolução de problemas.

No Brasil, o BIM ainda tem sido usado predominantemente na fase de projeto e, recentemente, está se expandindo para a fase de Construção. Segundo Nardelli e Tonso (2014), em São Paulo, através de ações coordenadas, *workshops* e seminários que

reuniram diversos agentes representantes da construção civil, deu-se início a um processo de disseminação sistemática do BIM no país.

Entretanto, de acordo com Eastman et al. (2008), o mais antigo exemplo do conceito do que se conhece hoje como BIM é o protótipo do “Building Description System” publicado no, agora Cadernos de Arquitetura e Urbanismo - AIA Journal, pelo norte-americano Charles M. “Chuck” Eastman, na então Carnegie-Mellon University, em 1975.

Em seu estudo, Eastman incluiu noções de BIM, hoje em dia rotineiras, como criar elementos em perspectiva, evitar o redesenho, uma vez que as alterações podem ser atualizadas simultaneamente em todos os desenhos; possibilitou parametrizar objetos incluindo informações qualitativas aos objetos, realizou melhorias em métodos de estimativa de custo e quantitativos, entre outras diversas contribuições para o Modelo Bim que se conhece hoje. Isso torna a metodologia mais inteligente do que as demais (MASOTTI, 2014).

Atualmente, o governo brasileiro busca gradativamente incluir o BIM como exigência em projetos e na gestão das edificações. Em agosto de 2019, o Decreto nº 9.983 instituiu a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* e a criação do Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*. Já em 2020, foi publicado em abril o Decreto 10.306 que estabeleceu a implementação gradativa do BIM.

Segundo o disposto no Decreto 10.306, em janeiro desse ano (2021), deu-se início a primeira fase de implementação do BIM:

I - primeira fase - a partir de 1º de janeiro de 2021, o **BIM deverá ser utilizado no desenvolvimento de projetos de arquitetura e engenharia, referentes a construções novas**, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de grande relevância para a disseminação do BIM, nos termos do disposto no art. 10, e abrangerá, no mínimo. (grifo nosso)

Assim, considerando-se o cenário descrito, o presente trabalho traz um caso para ilustrar os benefícios de se implementar essa metodologia para projetos complementares de engenharia. Mais especificamente, buscou-se realizar o dimensionamento e a modelagem

de um projeto hidrossanitário completo de uma residência de padrão médio com a utilização do *software* REVIT da Autodesk.

1.1 JUSTIFICATIVA

Os problemas gerados pela falta de integralização de projetos de engenharia, podem ser inúmeros, gerando transtornos e retrabalho no momento da execução de uma obra. Nesse cenário desafiador, a tecnologia BIM promete ser importante aliada para controlar os conflitos entre disciplinas, além de permitir que o projeto executivo final seja mais qualificado, otimizado e se obtenha projetos mais próximos da realidade possíveis.

Assim, de acordo com apresentado, para uma residência de médio padrão, o uso da ferramenta permite uma execução mais ágil do projeto de instalações hidrossanitárias, proporciona a visualização do mesmo em 3D, podendo ser verificadas interferências entre os projetos de esgoto, água fria e drenagem pluvial de maneira concomitante e simultânea.

Portanto, considerou-se ser de grande valia aplicar o processo BIM para o projeto hidrossanitário de uma residência de dois pavimentos, buscando obter melhores resultados para a apresentação final do projeto executivo.

1.2 OBJETIVO

O presente trabalho, tem como objetivo, através da ferramenta BIM e do uso do *software* REVIT, indicar como os projetos hidrossanitários podem ser otimizados. Para isso, apresentou-se todo o processo para concepção do projeto, desde o dimensionamento de todas as subdisciplinas envolvidas (pluvial, esgoto, água fria e água quente) até as etapas de construção do próprio modelo virtual. Também foi demonstrada a geração de quantitativos, resultando em um projeto executivo completo de alto nível de detalhamento.

02 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

BIM, do inglês Building Information Modeling, representa um processo de projetos, em que diversos softwares conseguem gerar um arquivo comum que contém todas as disciplinas e todas as informações da obra. Assim, é possível sobrepor os projetos e, simultaneamente, perceber interferências entre eles e antever possíveis soluções antes que a obra comece (TEIXEIRA, 2016).

Um dos aspectos mais relevantes quando o assunto é o BIM seria o adiantamento dos prazos e redução de desperdícios. Burgardt, Kindle e Reis (2011) afirmam que, com a automação de cálculos proporcionada pelo BIM, há redução de prazos e ampliação da precisão na estimativa de recursos e dos custos do projeto. Com esse ganho de tempo, é possível incluir no desenvolvimento do projeto estudos com diferentes cenários, soluções alternativas e que possam ser mais econômicas, e análises de alterações no escopo do projeto. Tudo isso contribui para agilizar os processos e evitar, ou mesmo reduzir ao máximo, desperdícios de materiais, mão-de-obra e tempo.

Outro aspecto relevante que pode ser potencializado pelo uso do BIM diz respeito à captação de clientes. As maquetes virtuais ampliam as possibilidades do comprador, permitindo, por exemplo, que sejam feitas visitas virtuais ao empreendimento.

Com o uso do BIM, não só o fluxo de projetos é modificado, mas também as interfaces entre projetistas, que podem interagir em linhas multidirecionais. O que quer dizer que há diversas trocas de informações, de modo que os projetos possam ir se complementando, e eliminam-se as divergências logo na fase de concepção. Dito de outro modo, com a plataforma BIM, o projeto deixa de ser um processo linear a paralelo, unidirecional e passa a ser integrado (BURGARDT, KINDLE, REIS, 2011).

Com as informações do projeto na mesma plataforma, por meio do BIM, é possível avançar para múltiplas dimensões, conforme Matos 2014, quais sejam:

- BIM 3D: consolidação dos projetos em um mesmo modelo 3D virtual. Com todos os elementos projetados num mesmo ambiente, surgem as chamadas *clash*

detections, que nada mais são do que as interferências entre as muitas disciplinas do mesmo edifício.

- BIM 4D: acrescenta-se o cronograma ao pacote de informações, o que possibilita programar o avanço físico da obra.
- BIM 5D: entra em cena o orçamento, onde cada elemento, assume um valor monetário e passa a participar do quantitativo que vai gerar os custos parciais e finais.
- BIM 6D: é a análise energética, onde são avaliadas as questões de sustentabilidade.
- BIM 7D: relacionado ao uso e manutenção da edificação, desde a fase em que o empreendimento é entregue até uma possível fase de demolição.

Nesse contexto, a partir das suas várias dimensões, o BIM possibilita a construção virtual da edificação seja em forma de estrutura, custos ou energia. Fischer e Kunz (2004) definem esse modelo virtual como VDC (*Virtual Design and Construction* - Projeto e construção virtual) como sendo:

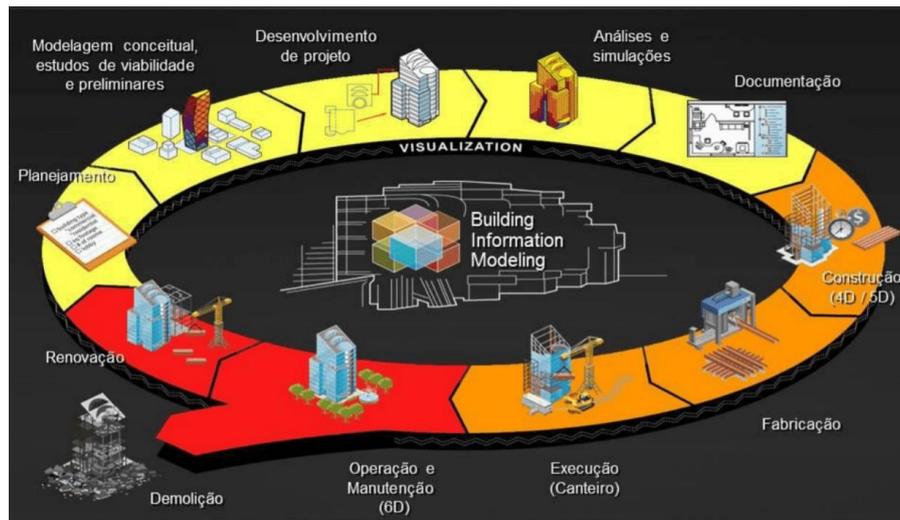
[...] o uso de modelos de performance multidisciplinares de projeto e construção, que inclui a organização do produto como um todo, desde a equipe que será utilizada no projeto, construção e operação aos processos de trabalho, para dar suporte a objetivos de negócio explícitos e públicos.

Em outras palavras, o conceito de projeto de construção virtual é definido pela integração multidisciplinar de dados do projeto, sua organização e os processos envolvidos para o seu desenvolvimento através do que a tecnologia da informação possibilita atualmente.

Ainda em seu livro, Eastman et. al (2008) o Building Information Modeling oferece suporte ao projeto em todas as fases e está passos a frente dos processos manuais. A aplicação do conceito de dimensões, juntamente ao ciclo de vida do empreendimento, constitui o que se considera Ciclo de Vida da obra, podendo ainda ser acrescentadas ao modelo outras variáveis conforme as necessidades forem surgindo.

A utilização do BIM ao longo das etapas construtivas de uma edificação pode ser observado na Figura 01.

Figura 1. Etapas de utilização do BIM



Fonte: Eastman, Teicholz, Sacks e Liston (2008)

Para efetivação desse processo, porém, deve-se “modelar” a edificação. Isso significa agregar a ela características geométricas e informações paramétricas. No caso do BIM, a coordenação e a otimização das soluções é centralizada no modelo virtual. Publicado em 2017, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), juntamente com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), publicou uma Coletânea de Guias BIM na qual o Modelo BIM está no centro do processo de otimização, ilustrado na Figura 2.

Figura 2. Fluxos básicos no processo de projeto BIM



Fonte: Guia BIM ABDI-MDIC (2017)

Para aplicar, porém, ferramentas BIM ao processo de concepção de projetos, o modelo deve ser desenvolvido em arquivo computacional compatível com os diversos *softwares*

da categoria. Isto é, antes da fase de otimização e compatibilização, os modelos computacionais devem proporcionar uma comunicação eficaz entre si.

Assim, faz-se imprescindível conhecer as ferramentas de criação de modelos virtuais, os *softwares* utilizados, tipos de arquivos compatíveis, entre outros recursos para que a aplicação da metodologia BIM seja possível.

2.2 OS *SOFTWARES* BIM E A COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Segundo Andrade e Ruschel (2009), a ideia que sustenta o uso do *Building Information Modeling* (BIM), na indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), está baseada nos conceitos de parametrização, interoperabilidade e colaboração entre os profissionais do setor. Nesse sentido, faz-se necessário que as tecnologias de modelagem e de interoperabilidade estejam, cada vez mais presentes no cotidiano desses profissionais.

Para Khemlani (2007), há critérios importantes e substanciais para se avaliar antes de se escolher um *software* BIM para se trabalhar:

[...] capacidade de uma produção completa de documentação do edifício (sem necessitar de usar outros aplicativos); objetos inteligentes (que possibilitem uma relação associativa e conectiva com outros objetos); e, disponibilidade de biblioteca de objetos.

Usar uma ferramenta BIM que seja eficaz, exige que se possa operar o projeto em uma só plataforma, reunindo todas as disciplinas dentro de um único ambiente. Um sistema CAD (Computer Aided Design) bidimensionais, por exemplo, são apenas “desenhos” representativos do que se pretende construir.

A utilização de *softwares* em BIM se mostra como uma opção para mitigar os problemas da representação 2D, porém ainda há várias barreiras para sua implementação. Ainda é pequeno o número de escritórios que adotam o sistema BIM na sua totalidade, seja por receio de mudança, seja pela falta de profissionais habilitados para trabalhar com esse tipo de processo.

Ainda sobre os projetos concebidos utilizando *softwares* BIM, Ferreira (2007) explicita:

[...] é um processo de “afunilamento de informações”, ou seja, em um primeiro momento há muitos itens a serem manipulados (opções possíveis) com poucas informações de cada um. Na medida em que decisões vão sendo tomadas, algumas opções vão sendo descartadas e as opções escolhidas vão sendo cada vez melhor conhecidas e, conseqüentemente, especificadas.

Isto é, o uso de *softwares* BIM promove uma nova mentalidade para as metodologias de projeto conhecidas: as decisões vão sendo tomadas e o processo sendo afunilado, de maneira que as melhores opções irão compor o projeto final.

Ainda na fase de concepção dos projetos, há ainda a necessidade de que, para que o sistema BIM seja aplicado, os arquivos digitais precisam ser modelados de maneira que trabalhem na mesma linguagem, em termos digitais, isso significa padronizar os tipos de arquivos a serem gerados.

Na linguagem BIM, existe um protocolo a ser seguido por todos os projetistas que trará diretrizes quanto a formalização da geração de arquivos e dados. Em 1993, algumas das maiores empresas da indústria da construção civil dos Estados Unidos iniciaram as discussões que trariam a Tecnologia da Informação (T.I) para mais próxima do setor.

De acordo com Jacoski (2003), este grupo formou, em 1994, o IAI (*Industry Alliance for Interoperability*), um organismo cuja missão principal é definir e promover uma linguagem de dados de desenho padrão para a construção civil; o *Industry Foundation Classes – IFC* foi o padrão definido como base para que fosse possível o compartilhamento de informações de projeto e seu desenvolvimento em aplicações técnicas.

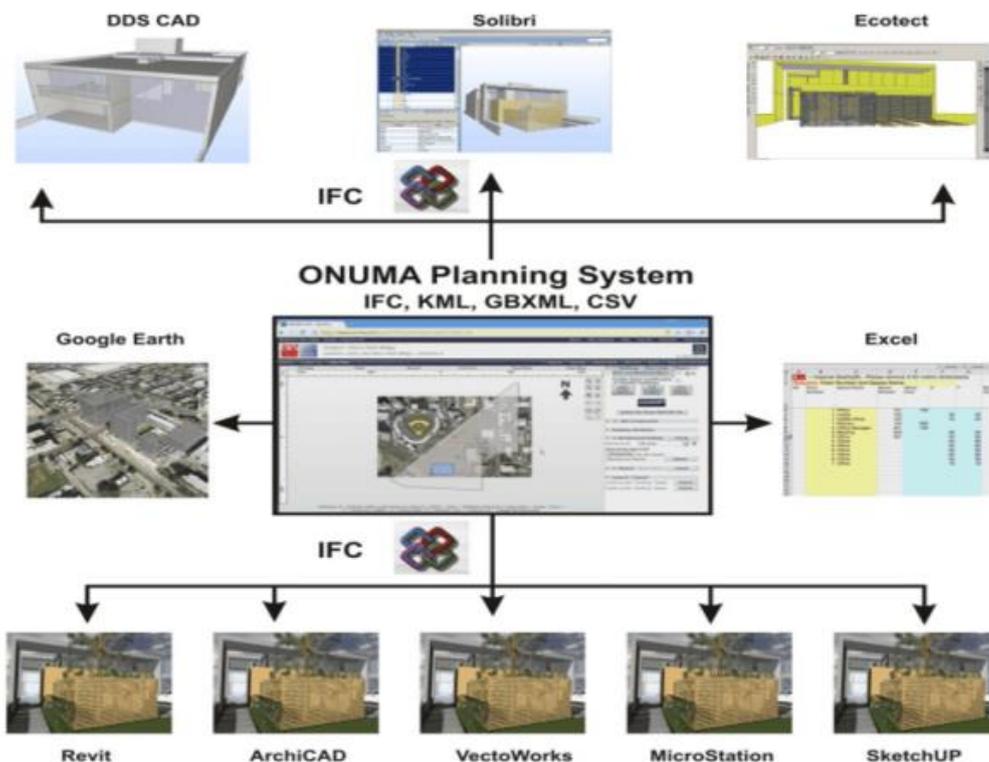
O IFC é um formato aberto, que possibilita o intercâmbio de dados entre *softwares* BIM. Segundo Marsico et. al. (2017), o IFC constitui-se da criação de um modelo único central que dispõe de recursos de múltiplas representações em que são definidos parâmetros, atributos, definições de geometria e unidades. No entanto, Eastman et. al. (2008) destaca que, por mais que o IFC seja capaz de trazer uma gama muito ampla de informações,

ainda há muitos dados que não são transferíveis totalmente, como detalhamento de equipamentos, por exemplo.

Em 2005, o IAI foi renomeado para *BuildingSMART International* (bsi) que hoje se configura como uma autoridade internacional na regulação do IFC, fornecendo suporte para o avanço do BIM e a implementação de padrões internacionais através de uma variedade de serviços técnicos, incluindo documentação para desenvolvedores de *softwares*.

A Figura 3 ilustra a interoperabilidade proporcionada pelo formato IFC, em um esquema que mostra a conversão realizada pelo IFC e como se torna possível a comunicação entre diferentes áreas, de maneira que permita o fluxo de informações de um projeto.

Figura 3. Interoperabilidade do formato IFC



Fonte: ONUMA PLANNING SISTEM (2008)

Em termos BIM, o compartilhamento de informações por meio de arquivos IFC é o que proporciona o que se denomina compatibilização de projetos. Como citado por Barros e Melo (2020):

Com a utilização do BIM, o procedimento de compatibilização de projetos se tornou eficiente, mediante compartilhamento de informações entre diferentes plataformas por meio do formato IFC sem que haja perda de dados mediante fragmentação, possibilitando o reagrupamento de informações das diferentes áreas de múltiplos agentes.

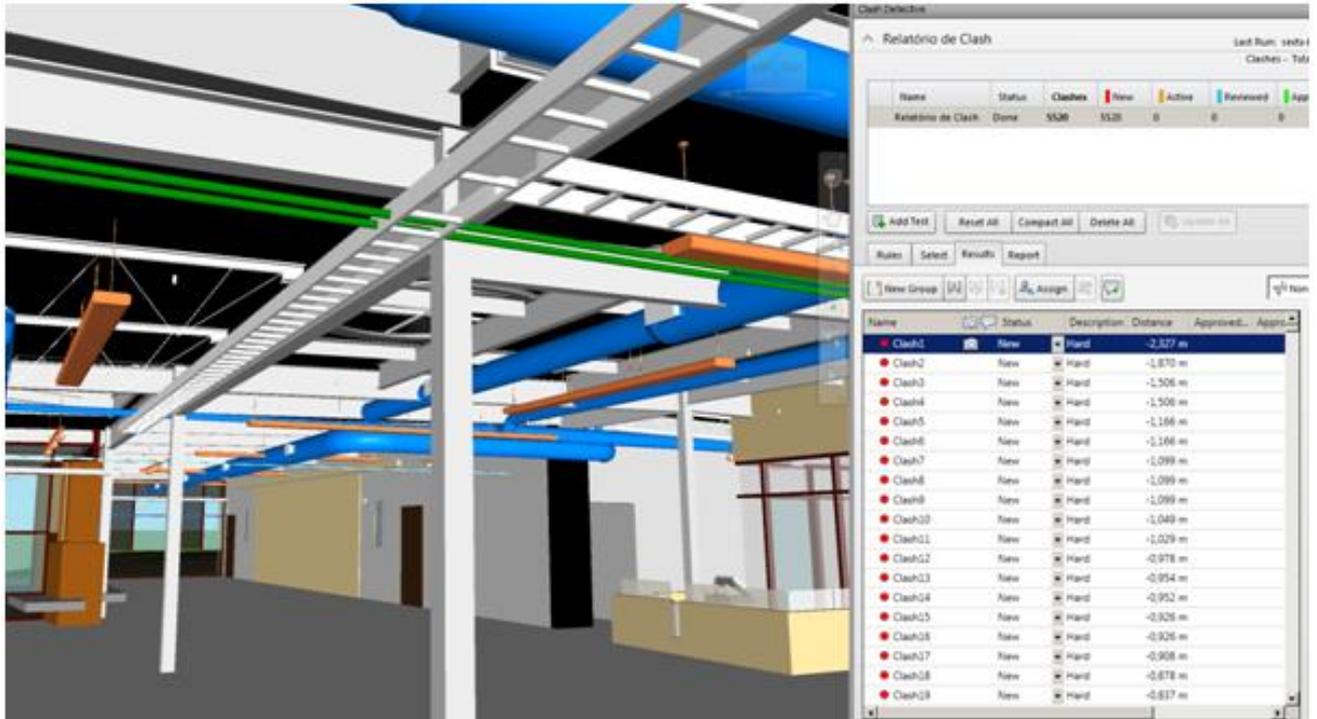
A compatibilização é ferramenta fundamental no processo de desenvolvimento dos projetos, detectando e eliminando problemas ainda na fase de concepção, reduzindo retrabalhos, o custo da construção e prazos de execução, qualificando o empreendimento e aumentando sua competitividade frente ao mercado.

A ABNT NBR ISO 9001, versão 2015, trata de processos de gestão de qualidade e traz diretrizes quanto a análise crítica de projeto e desenvolvimento. A norma cita que as análises críticas de um projeto devem ser realizadas em fases apropriadas, de acordo com disposições planejadas, a fim de identificar qualquer problemas e propor ações necessárias.

Nesse contexto, a compatibilização está intrinsecamente ligada à gestão da qualidade. Deve-se garantir nessa etapa os conflitos entre as disciplinas sejam verificados e corrigidos ainda no período pré-obra. Inicialmente, nas aplicações 2D, a percepção de falhas e interferências entre projetos ficava a cargo do projetista e suas habilidades acumuladas ao longo do tempo.

Entretanto, as ferramentas BIM possibilitam que atualmente se tenha mais acurácia na análise de conflitos. Os *softwares* que se destinam ao trabalho da compatibilização direcionam os projetistas por meio da geração de relatórios de interferências. Na Figura 4 é demonstrado um desses relatórios obtidos pelo *software Navisworks* da *Autodesk*, que retrata um conflito entre as disciplinas de hidráulica (tubulação) e de elétrica (eletrocalha).

Figura 4. Conflito entre disciplinas



Fonte: *FF Solutions* (2017)

Segundo Picchi (1993), a compatibilização de projetos compreende a atividade de sobrepor os vários projetos, além de programar reuniões entre os *stakeholders* e a coordenação com objetivo de obter as melhores soluções para as interferências detectadas.

A compatibilização, por sua vez, não ocorre de maneira isolada. São necessárias várias ferramentas para que ela seja viabilizada. A princípio, deve ser construída uma cultura de trabalho colaborativo, onde cada agente tem acesso individual e controlado ao compartilhamento de arquivos de maneira que seja acompanhado um projeto desde seu planejamento até a construção (SOIBELMAN, 2000).

Subsequente a isso, deve-se tratar dos conflitos considerando as premissas de cada disciplina envolvida. Isso quer dizer que haverá momentos em que uma disciplina poderá sofrer modificações, enquanto que a outra já não pode ser mais alterada, seja em função dos custos de execução que essa alteração traria, seja por questões técnicas em que outras soluções já foram invalidadas.

De acordo com Junior (2000), há uma grande necessidade de um maior envolvimento do projetista na interferência da sobreposição de projetos, principalmente de Arquitetura e Estrutura que são as disciplinas fundamentais. Depois de bem definidas, no processo de compatibilização deverão ser inseridos os projetos complementares que, de maneira igualmente colaborativa, deverão ser elaborados baseados no modelo construtivo que já está pré-validado.

Por isso, entende-se que ainda se faz necessário trazer um destaque especial para o processo de modelagem, uma vez que é uma das etapas mais importantes na elaboração de projetos utilizam e metodologia BIM.

2.3 MODELAGEM DE PROJETOS HIDROSSANITÁRIOS

É possível interpretar toda a metodologia BIM como um processo de criação de um modelo virtual da construção. Em níveis mais profundos, o BIM é um conjunto de dados computacionais que traduzem objetos em camadas de estruturação de informação, ou seja, em diferentes níveis de desenho ou, ainda, de modelagem (SCHEER e AYRES FILHO, 2009).

Essas modelagens produzem gradativamente a estrutura que será executada. Dessa maneira, há níveis de detalhamento que podem ser requeridos para cada etapa da construção. Até hoje, as ferramentas e *softwares* disponíveis ainda não fornecem funcionalidade adequada para a visualização de grande quantidade de informação. Por isso, em um processo BIM adequado, é preciso integrar os projetos parcialmente.

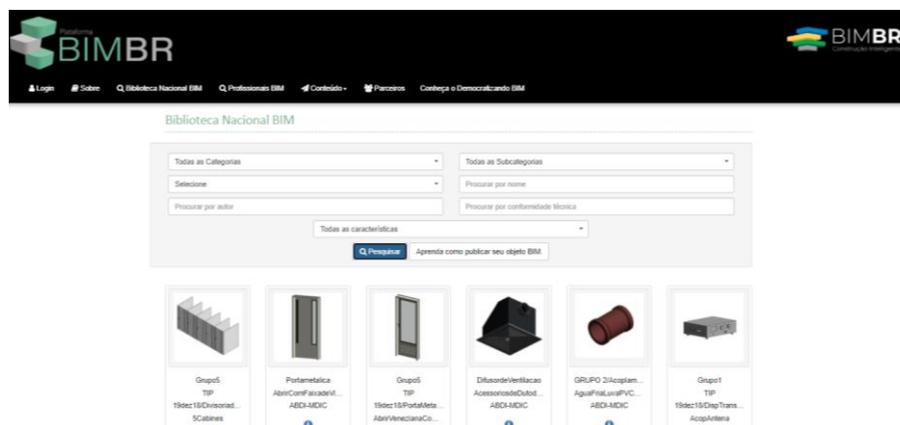
Entre as disciplinas de um projeto, por exemplo, sempre haverá uma predominante, isto é, uma disciplina norteará a tomada de decisões da outra. Nesse sentido, deve-se sempre garantir que as informações estejam sendo representadas adequadamente. Os principais tipos de objetos são os que representam elementos construtivos, como paredes, colunas, vigas, janelas, etc., mas também há objetos que representam espaços, zonas, mecanismos e até as simbologias utilizadas nos desenhos, como cotas, indicações, níveis, entre outros (EASTMAN, 1976).

Para agilizar o processo, são desenvolvidas coleções de objetos. Nos ambientes bidimensionais, os blocos do *Autocad* faziam esse papel. Porém, dentro da metodologia BIM, o que se busca é ir além da representação gráfica: os objetos agora contém informação que, muitas vezes, são concedidas pelos próprios fabricantes.

Ibrahim et. al. (2004) cita a possibilidade de disponibilização de catálogos de objetos na *WEB*. No Brasil, embora o setor ainda se mostra em defasagem se comparado às indústrias da Europa, sudeste asiático ou da América do Norte, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), em parceria com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, ofereceu uma nova ferramenta que tem auxiliado na transição para o BIM: a Plataforma BIMbr.

Nessa plataforma, foram disponibilizadas centenas de famílias e elementos BIM que são compatíveis com os mais variados *softwares*. Nela, ainda é possível acessar diversos modelos, guias, normas e manuais disponíveis gratuitamente. A Figura 5 ilustra essa plataforma, bem como algumas das famílias que podem ser baixadas.

Figura 5. Biblioteca Nacional BIM



Fonte: Plataforma BIMbr (2021)

Segundo Santos et. al (2009) apud TEIXEIRA (2016), a eficiência do modelo computacional pode determinar o quanto um projeto é gerenciável. Uma vez que é necessário controlar vários recursos ao mesmo tempo, quanto mais preciso e rápido for a modelagem da construção, melhores os resultados. Por isso, cada vez mais o uso de bibliotecas BIM auxiliam para que o processo se torne mais ágil e acertivo.

O conceito BIM, portanto, é a integração do projeto arquitetônico e seus complementares. Alguns desses projetos são compreendidos em estrutura, hidrossanitário, elétrico, comunicação, ar condicionado, entre outros.

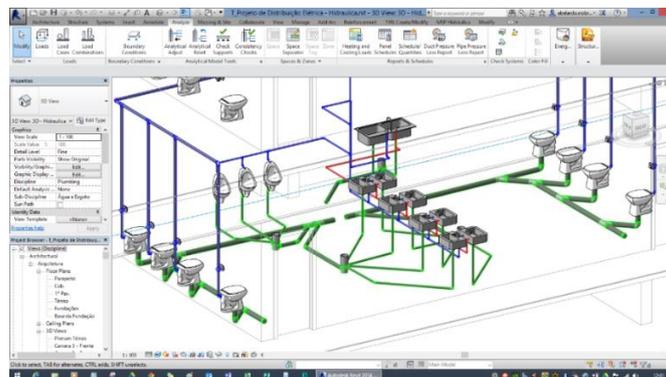
Dentre esses, a questão a ser levantada é como a metodologia BIM otimizou os projetos, com ênfase no hidrossanitário. A execução de um sistema hidrossanitário de qualidade se dá quando o projeto fornece informações técnicas suficientemente claras e com nível de detalhamento que seja possível mitigar erros no momento da execução.

Com o uso do BIM e da modelagem, a elaboração de plantas baixas e de isométricos pôde ser facilitada. Os desenhos que aparecem em projeto são representações gráficas que traduzem de maneira bem próxima o que deverá ser executado na realidade.

Tecnicamente, o BIM permite que as pranchas contenham maior nível de detalhamento: cotas dos pontos de utilização em desenhos 3D, espessura de tubulações que vão além de simples linhas, representação real de reservatórios como caixas d'água; curvas e conexões, equipamentos como válvulas e registros, entre outros.

Na elaboração de projetos hidrossanitários devem ser obedecidas às normas técnicas, regulamentadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Muitas vezes, a aplicação de inclinação em tubulações, por exemplo, era extremamente complicada para se representar em modelos bidimensionais. Graças ao BIM, constituiu-se uma nova realidade para esses projetos. Na Figura 6 é demonstrado um exemplo de modelagem de projeto hidrossanitário.

Figura 6. Exemplo de modelagem de projeto hidrossanitário



Fonte: BIMZEIRO, 2021.

Portanto, o BIM veio para mudar substancialmente a técnica de planejamento e de execução de obras e, em especial, para melhorar a qualidade dos projetos de instalações. Ou seja, o uso das ferramentas e *softwares* BIM potencializam o processo de produção desses projetos. Nesse sentido, a medida que novas pesquisas vão sendo feitas, o processo se consolida e abre portas para o progresso do setor da construção civil no país.

03 METODOLOGIA

3.1 PREMISSAS DE PROJETO

O seguinte trabalho tem como objetivo desenvolver um projeto executivo hidrossanitário completo utilizando a metodologia BIM. Assim, entrou-se em contato com alguns escritórios de projetos na cidade de Uberlândia-MG, a fim de se obter o projeto arquitetônico base para que esse estudo pudesse ser desenvolvido.

Dessa forma, foi possível obter o projeto arquitetônico que contempla um condomínio constituído por 65 (sessenta e cinco) sobrados idênticos. Nesse sentido, buscou-se desenvolver o projeto hidrossanitário executivo da residência padrão desse condomínio.

3.1.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto abordado nesse estudo é composto por um condomínio de 65 (sessenta e cinco) residências idênticas com área de convívio, cotemplado um terreno de área de 13.750,45m² e área construída total de 18.147,54m².

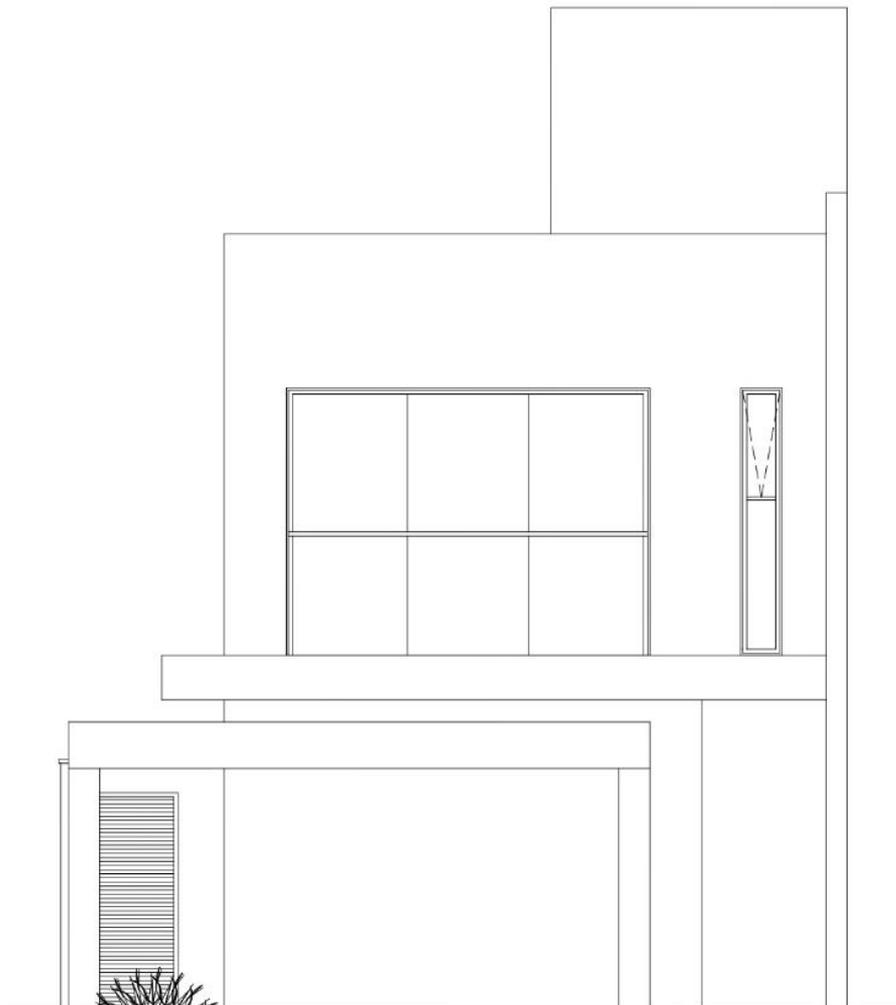
Tem-se, porém, por objetivo principal, apresentar o projeto da residência padrão, sendo esta dividida no seguintes níveis: Pavimento Térreo, 1º Pavimento, Barrilete e Caixa d'água, com a seguinte disposição:

- 1) Terreno – 151,50m³
 - a) Garagem – 25,00m²
 - b) Projeção da casa – 51,39 m²
 - c) Área Privativa – 49,42m²
 - d) Demais áreas – 25,69m²
- 2) Pavimento Térreo
 - a) Estar – 23,46m²
 - b) Cozinha – 9,11m²
 - c) Lavabo – 2,16m²
 - d) Área de Serviço – 4,41m²
- 3) 1º Pavimento

- a) Suíte – 12,60m²
- b) Quarto 1 – 7,08m²
- c) Quarto 2 – 9,12m²
- d) Banho 1 – 3,12m²
- e) Banho 2 – 3,52m²
- 4) Barrilete – 19,60m²
- 5) Caixa d'água – 19,60m²
- 6) Área construída total – 273,88m²

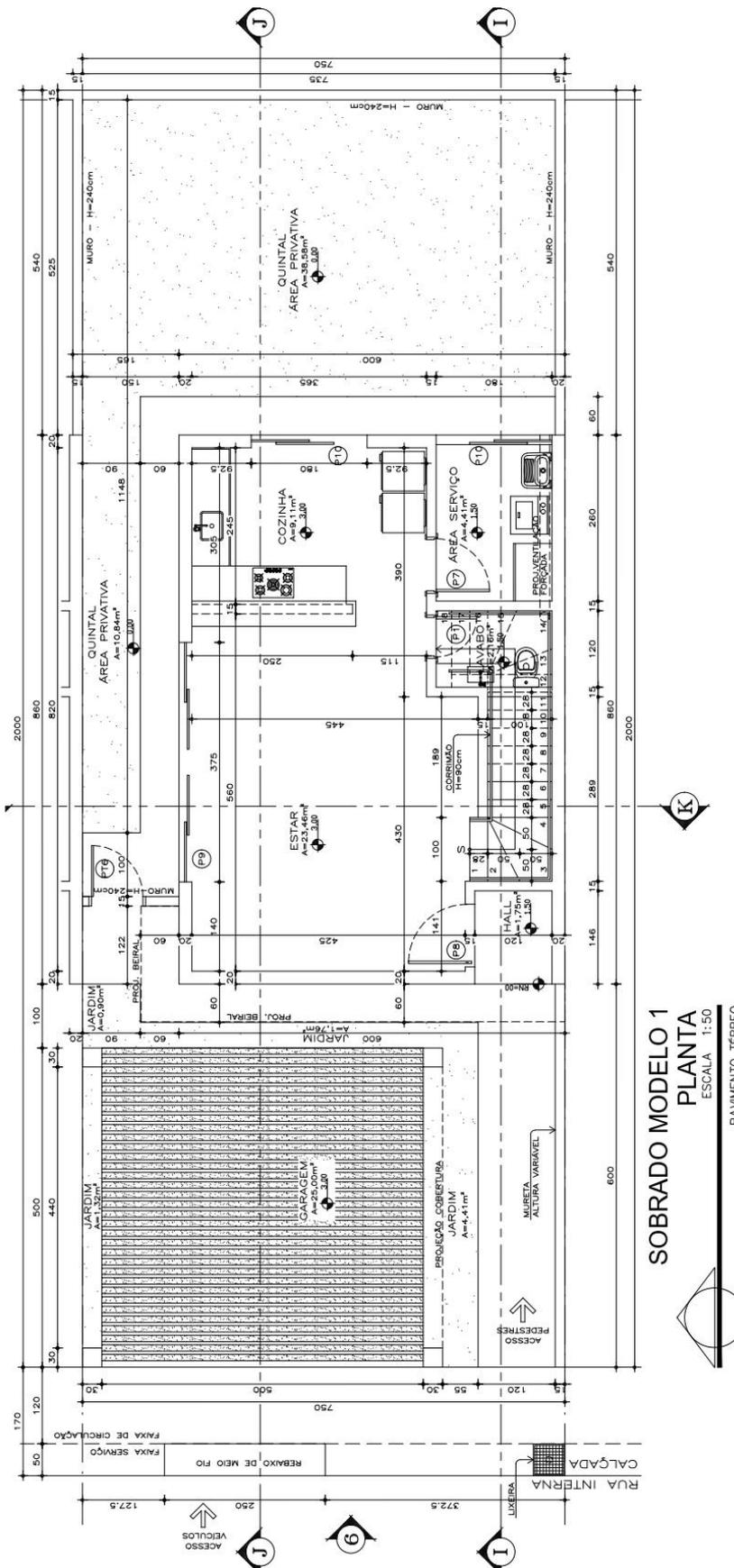
Segue abaixo as fachadas, plantas baixas e cortes da edificação (Figuras 7 a 15). A Figura 16 ilustra a planta baixa de todo o condomínio.

Figura 7. Fachada frontal edificação padrão



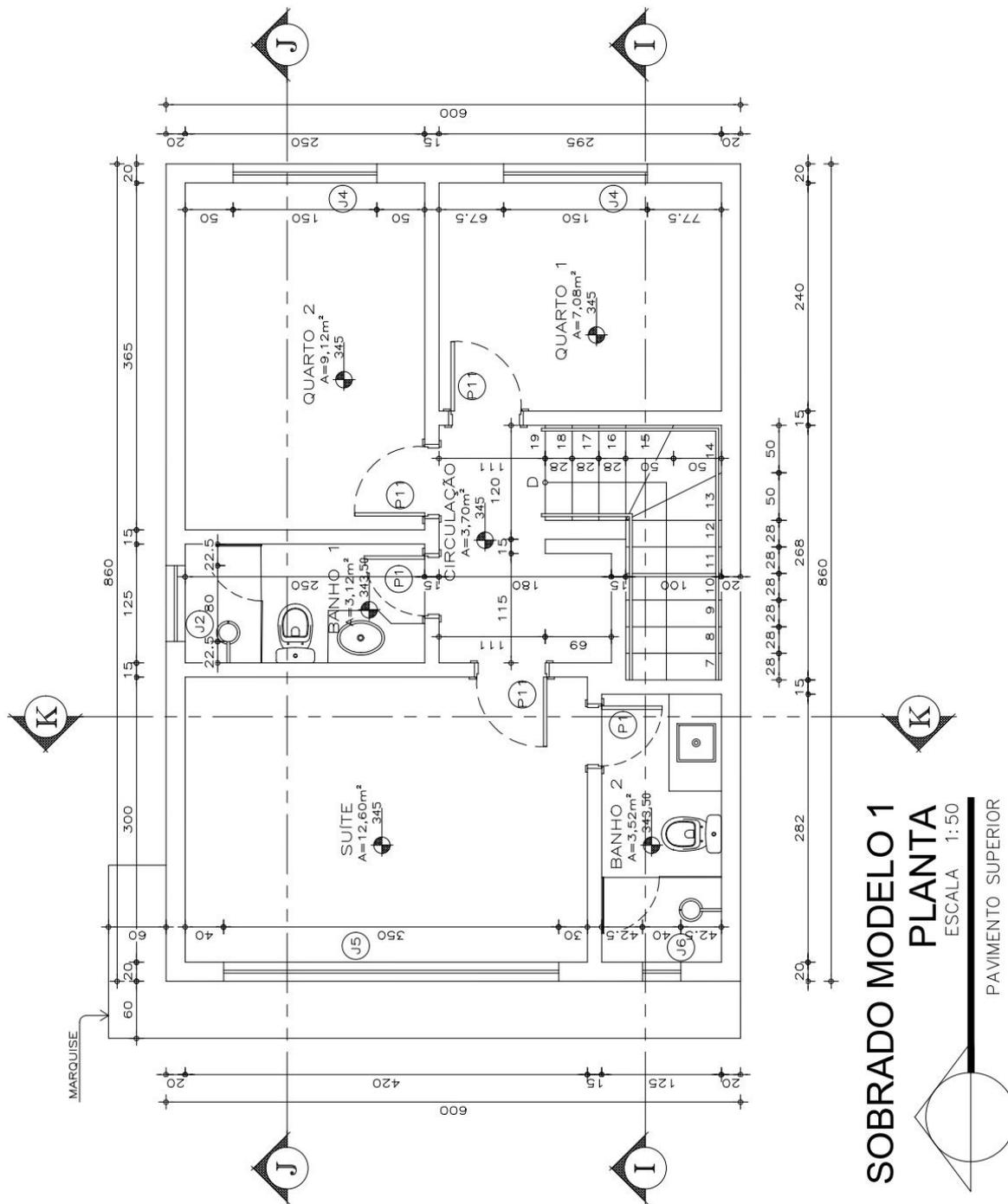
Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

Figura 8. Figura 8. Planta baixa da edificação padrão



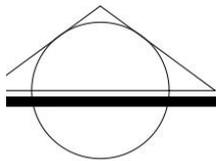
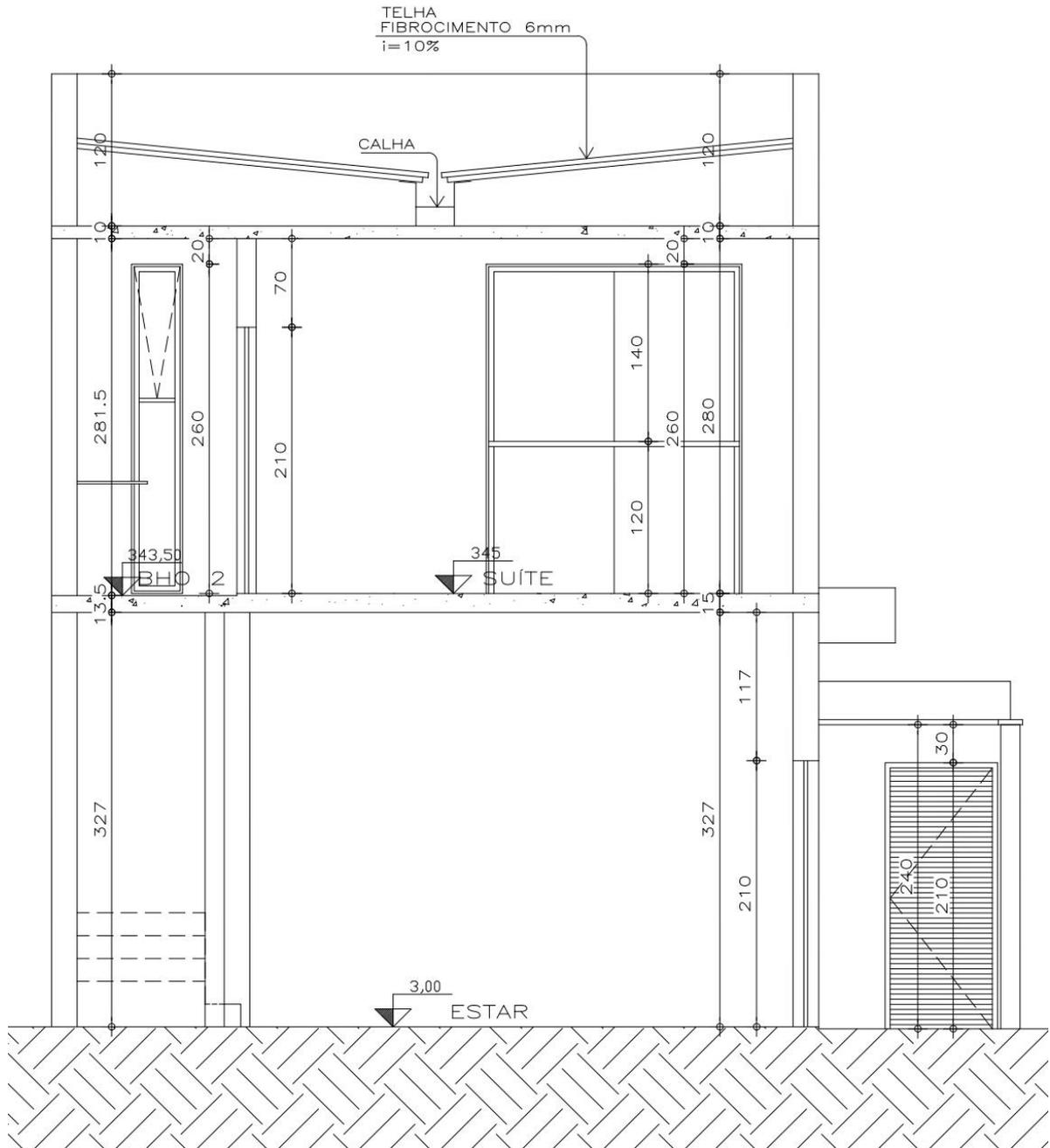
Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

Figura 9. Planta baixa da edificação padrão



Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

Figura 12. Corte KK da edificação padrão

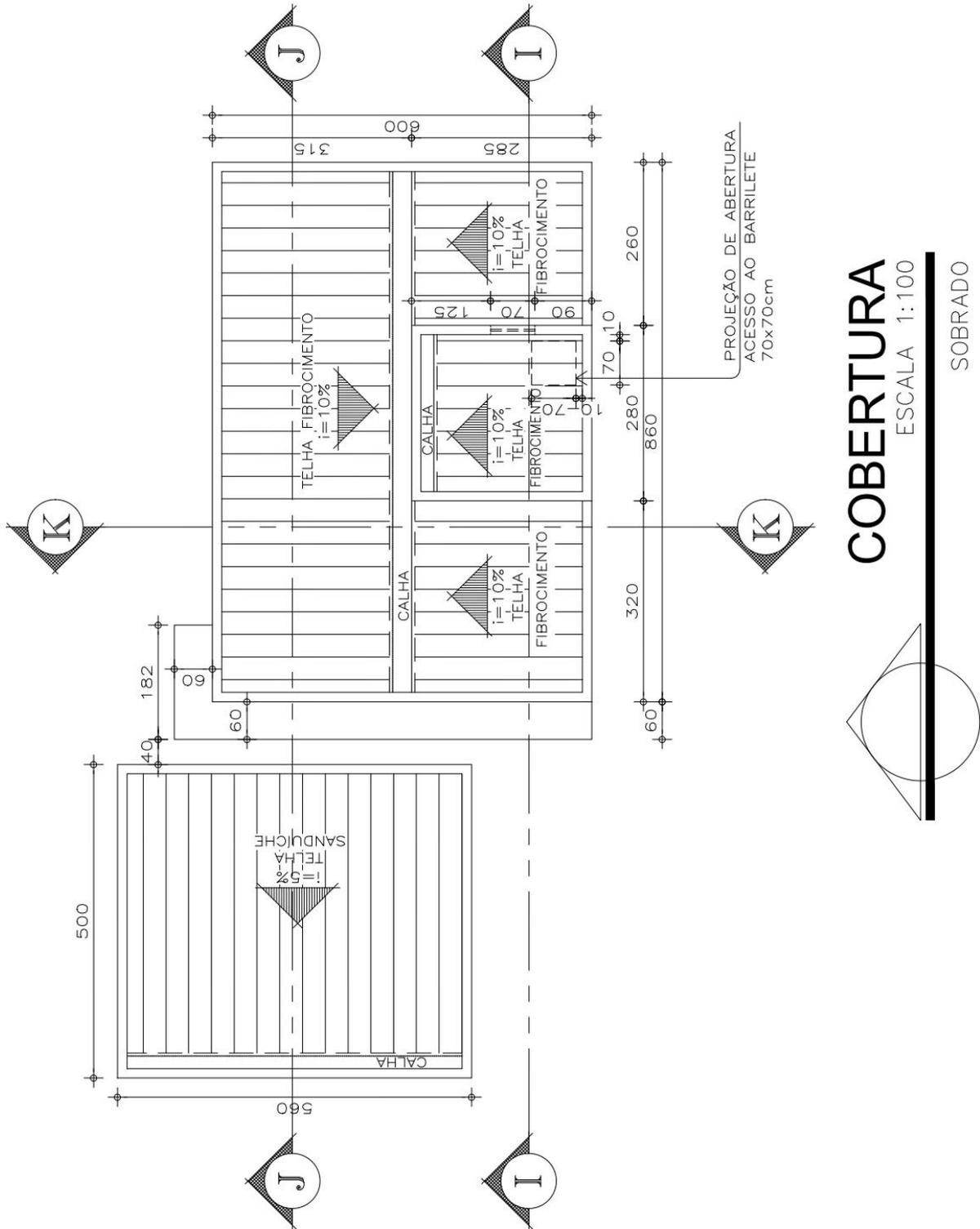


CORTE KK

ESCALA 1:50

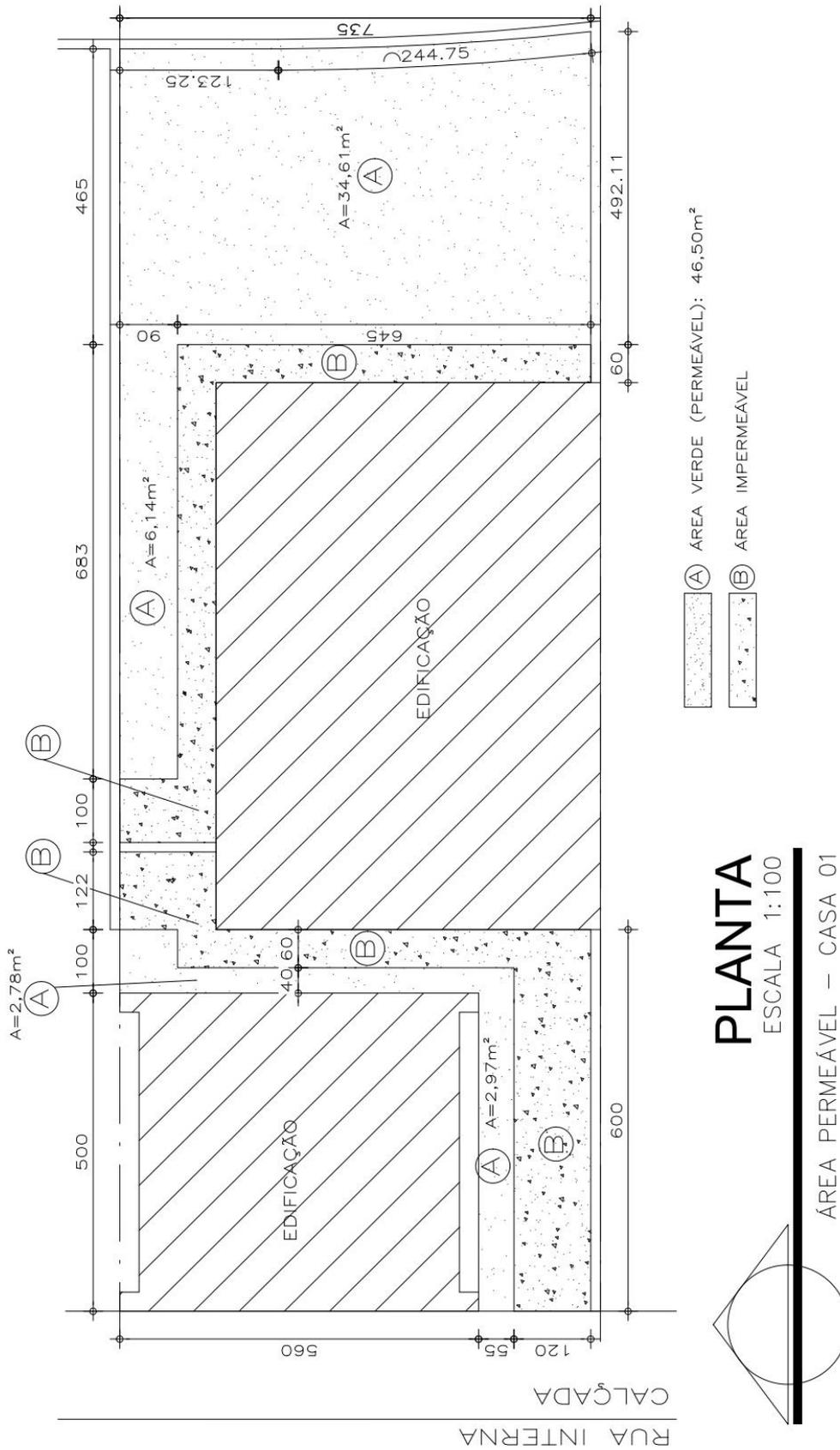
Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

Figura 13. Planta de Cobertura da edificação padrão



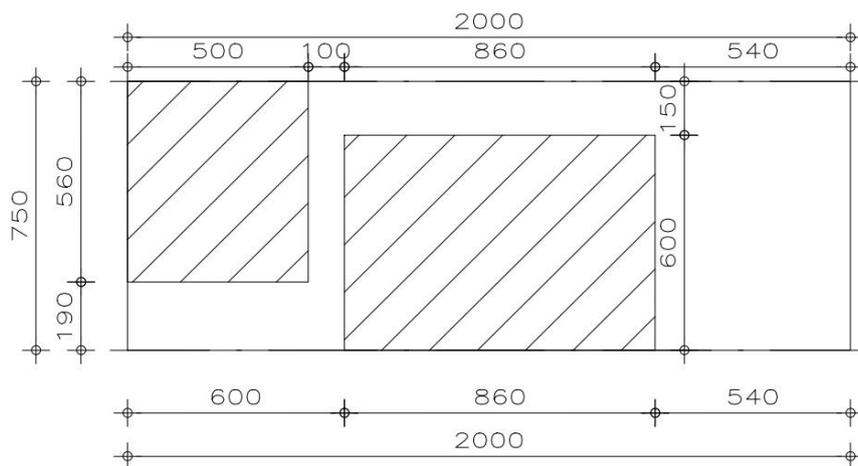
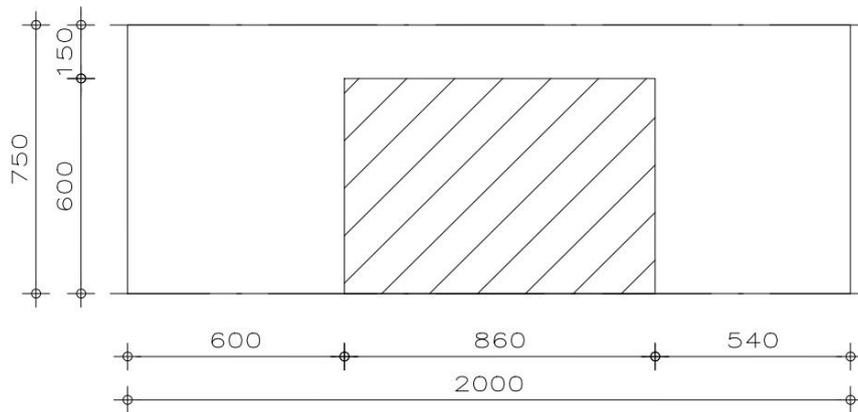
Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

Figura 14. Áreas permeáveis da edificação padrão



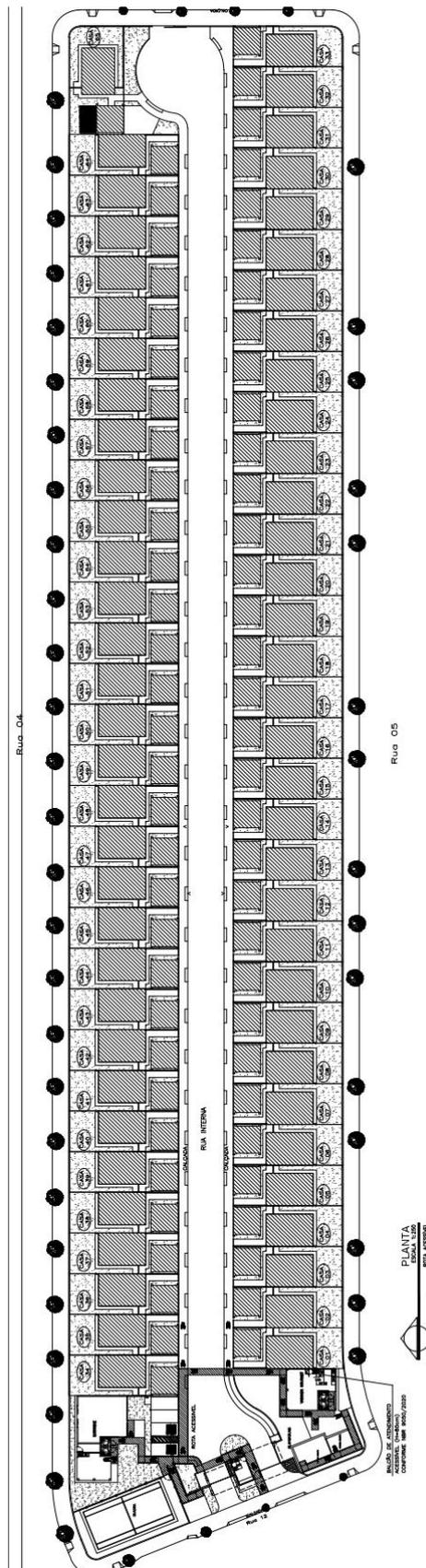
Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

Figura 15. Planta de Locação edificação padrão



Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

Figura 16. Planta baixa condomínio – Implantação



Sem escala. Fonte: Adaptado Projeto Arquitetônico fornecido (2021)

3.1 ETAPAS DO TRABALHO

As fases de desenvolvimento de um projeto estão compreendidas nas seguintes etapas:

- **Estudo preliminar (EP):** compreende a concepção inicial do projeto. Realiza-se uma modelagem prévia de apenas alguns ambientes para aprovação do cliente. A contratante nessa etapa define juntamente ao projetista as diretrizes do projeto e o atendimento às necessidades do empreendimento. Nessa etapa as instalações são representadas de forma genérica sem muito detalhamento.
- **Anteprojeto (AP):** nessa etapa, a premissas que seja realizado o pré-dimensionamento devem ser definidas. É nesse momento que se verifica a viabilidade técnica e econômica das propostas inicialmente apontadas e acordadas entre CONTRANTE e projetista. Ainda, no processo BIM, essa etapa irá compreender a compatibilização com outras disciplinas, a fim de que se busque aprovação de um projeto que estará próximo da realidade de execução.
- **Projeto Executivo (PE):** essa é a etapa final de concepção. Nela se desenvolve o detalhamento de todos os elementos que irão compor o projeto. São elaboradas as planilhas de quantitativo e as pranchas contendo cotas, dimensionamentos finais e todo o conjunto de informações técnicas que irão orientar a correta execução das instalações.

No que se a aplicar a metodologia BIM dentro desses processos, para cada etapa citada acima, deve-se entender quais as tecnologias da informação que serão aplicadas, bem como qual o conjunto de documentos a serem entregues. Para ilustrar essa ideia, elaborou-se a tabela abaixo (Tabela 1).

Tabela 1. Documentação a ser entregue em cada etapa de projeto

ASSUNTO	DOCUMENTAÇÃO
Estudo preliminar (entrega do modelo BIM)	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo Preliminar: arquivo em formato pdf. em que será descrito as primeiras definições, bem como as premissas que determinaram a criação do modelo inicial. - Modelo BIM: modelo digital tridimensional baseado em objetos paramétricos, sendo o principal objeto de entrega da contratação nessa etapa, o qual é apresentado por meio de pranchas que contém apenas os traçados iniciais.
Anteprojeto (pré-dimensionamento)	<ul style="list-style-type: none"> - Pré-dimensionamento: poderá ser entregue em arquivo na extensão .xls (desenvolvidos no <i>software</i> Excel).

	<p>- Modelo BIM: nessa etapa, o modelo BIM deverá ser adequado de maneira que atenda as solicitações realizadas pela CONTRATANTE em relação ao proposto no Estudo Preliminar.</p> <p>- Compatibilização: Na fase de anteprojeto, deve-se verificar as interferências e conflitos com as outras disciplinas. Nessa fase é que se busca obter um modelo próximo da realidade a ser executada.</p>
<p align="center">Projeto Executivo (dimensionamento e pranchas)</p>	<p>- Dimensionamento final: o projetista deve entregar toda a documentação que compõe o processo de dimensionamento (planilhas, documentos em doc. ou pdf.).</p> <p>- Modelo BIM e pranchas finais: nesse momento são gerados os quantitativos e as pranchas de detalhamento finais. Nelas são contempladas as plantas baixas, cortes, isométricos e detalhes executivos. Nessa etapa são gerados os arquivos no formato aberto universal IFC, a fim de que todos os envolvidos no processo sejam capazes de importar e exportar eficientemente o projeto quando necessário.</p>

Fonte: Autor (2021)

Nesse sentido, como objetivo principal desse estudo, procurou-se apresentar apenas o projeto executivo e detalhamentos finais, contemplando o dimensionamento dos sistemas de águas pluviais, água fria e esgoto, a compatibilização entre essas disciplinas, além da modelagem BIM e a geração de quantitativos.

3.2 NORMAS UTILIZADAS

O projeto de instalações hidrossanitárias e o dimensionamento foi realizado seguindo o que consta nas seguintes normas vigentes:

- Drenagem pluvial: ABNT NBR 10844/1989 – Instalações prediais de águas pluviais;
- Sistema de esgotamento sanitário: ABNT NBR 8160/1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário;
- Água Fria: ABNT NBR 5626/2020 – Sistemas Prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção e a versão ABNT NBR 5626/1998 – Instalação predial de água fria em que contém os quadros de dimensionamento que não foram substituídos na nova versão da norma.

3.3 SOFTWARES UTILIZADOS

Para a execução deste trabalho, utilizou-se os seguintes softwares:

- AUTODESK REVIT - Principal *software* aplicado nesse estudo. Nele, realizou-se a modelagem do projeto hidrossanitário da residência, a geração das pranchas finais, detalhamentos e a geração de quantitativos. O projeto arquitetônico foi obtido já modelado.
- AUTODESK AUTOCAD – O *software* foi utilizado apenas para visualização e obtenção de dados do projeto arquitetônico fornecido pela empresa de construção civil.
- MICROSOFT EXCEL - Software indispensável para formulação das planilhas de cálculo, sendo utilizado para realização do dimensionamento das instalações.

3.4 PREMISSAS DE PROJETO

Para o dimensionamento das instalações, fez-se necessário considerar algumas premissas de projeto para cada subdisciplina. As predefinições que orientaram os cálculos estão apresentadas na tabela abaixo (Tabela 2).

Tabela 2. Premissas de projeto

ASSUNTO	PREMISSAS
Drenagem Pluvial	- Drenagem realizada por meio da utilização de sistema de calhas e tubulações de PVC; - Uso de caixas de areia quadradas executadas em alvenaria; - Sistema sem reúso de águas pluviais.
Sistema de Esgoto e Ventilação	- As bacias sanitárias foram adotadas do tipo caixa acoplada; - Adoção de ralo linear no box dos banheiros; - Inclusão de um ralo quadrado externo ao box dos banheiros; - Caixas de Inspeção de esgoto quadradas executadas em alvenaria.
Sistemas de água Fria e Quente	- Sistema de água quente por Boiler e aquecimento solar a vácuo; - Instalação de duas caixas d'água com 500 L cada.

Fonte: Autor (2021)

04 DESENVOLVIMENTO

Inicialmente, para se realizar o projeto executivo hidrossanitário do sobrado, fez-se necessário tomar conhecimento do projeto arquitetônico e suas peculiaridades.

Dessa maneira, optou-se por desenvolver o presente estudo em etapas, sendo dividido por sistemas e tendo como análise inicial o projeto arquitetônico e a apresentação do *template*. Posteriormente, apresentou-se o dimensionamento de cada subdisciplina (águas pluviais, esgoto e água fria), realizando-se, concomitantemente, a criação do modelo 3D.

4.1 DO PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico, objeto desse estudo, além de fornecido no formato bidimensional, isto é, em arquivo *dwg*. para que se pudesse trabalhar com a ferramenta AUTOCAD da *Autodesk*; também foi disponibilizado seu modelo 3D.

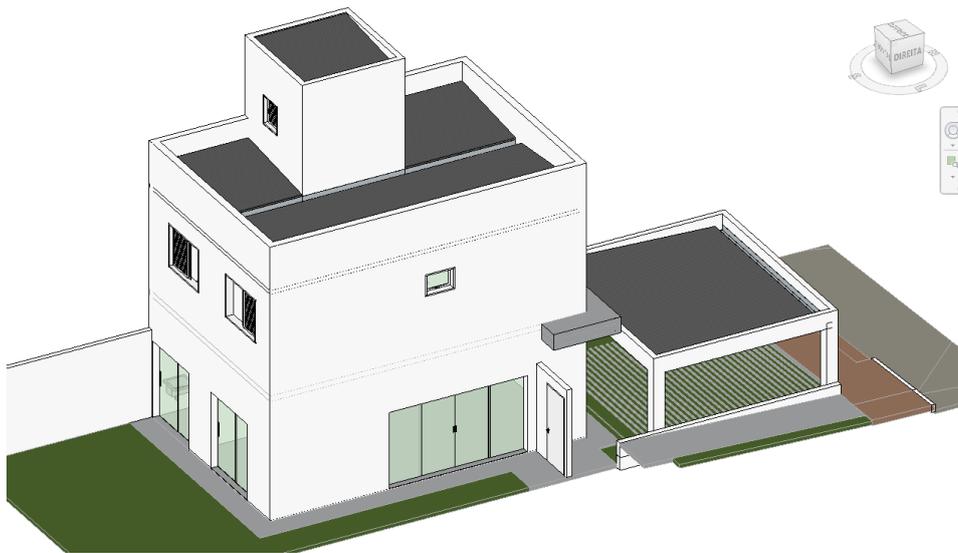
Dessa forma, não foi necessário realizar a modelagem do projeto arquitetônico, considerando o uso do arquivo em formato *rvt*., tornando possível desenvolver todos os processos posteriores no *software* REVIT da Autodesk. Apresenta-se nas figuras seguintes (Figuras 17 a 22), o projeto arquitetônico modelado.

Figura 17. Fachada frontal e lateral – Modelo 3D do projeto arquitetônico



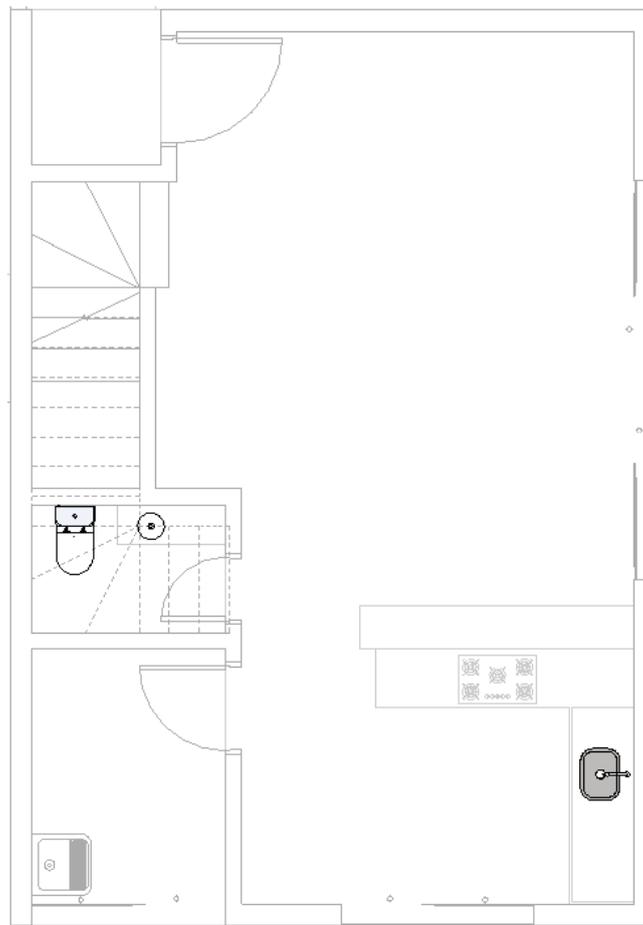
Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2021)

Figura 18. Fachadas lateral e posterior – Modelo 3D do projeto arquitetônico



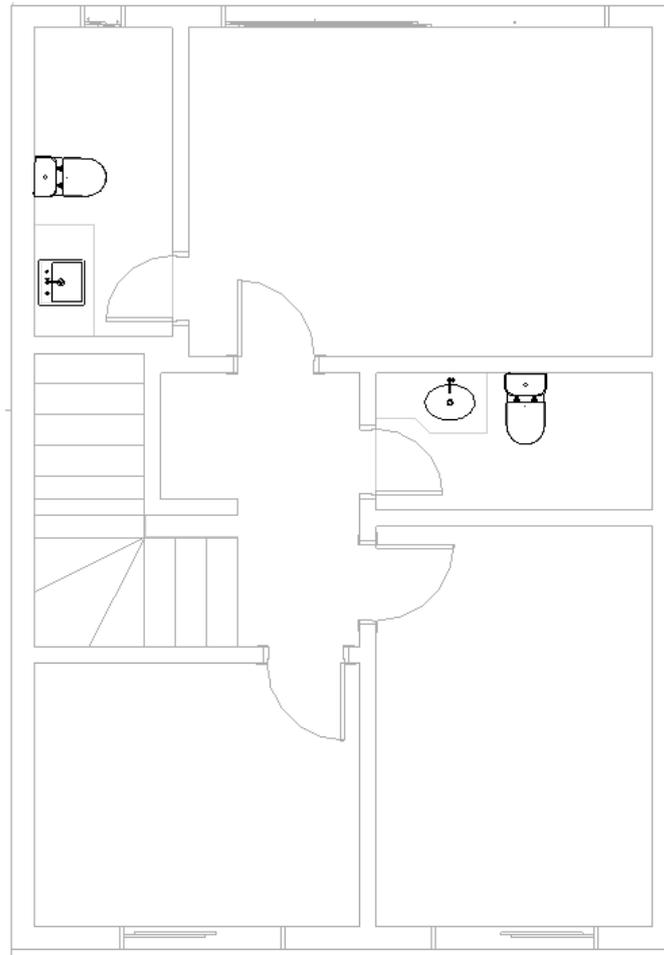
Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2021)

Figura 19. Planta baixa Pavimento Térreo – Modelo 3D do projeto arquitetônico



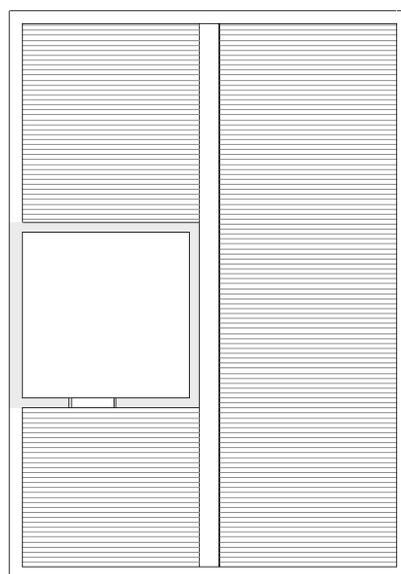
Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2021)

Figura 20. Planta baixa 1 Pavimento – Modelo 3D do projeto arquitetônico



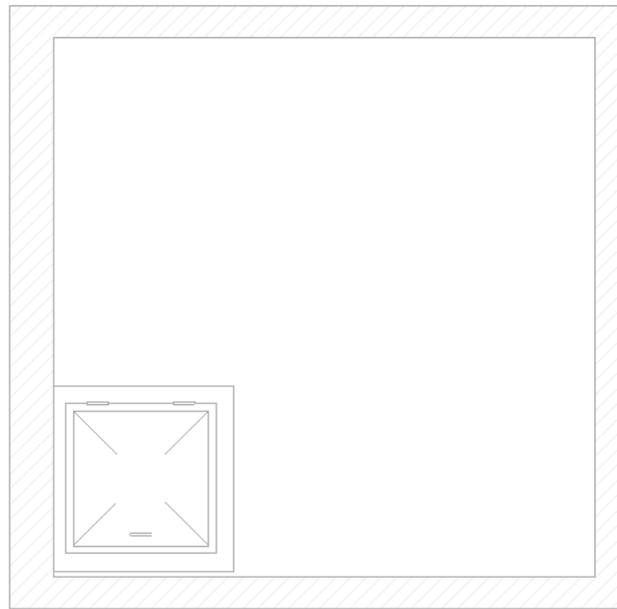
Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2021)

Figura 21. Planta baixa Barrilete e Cobertura – Modelo 3D do projeto arquitetônico



Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2021)

Figura 22. Planta baixa Caixa d'água – Modelo 3D do projeto arquitetônico



Fonte: Projeto arquitetônico fornecido (2021)

4.2 DO TEMPLATE

O *Template* é um modelo padrão, utilizado como base para o desenvolvimento dos projetos em BIM. A importância em se utilizar um bom *template* está na otimização de tarefas, uma vez que, de posse de um *template* bem configurado, as estruturas e sistemas a serem modelados já estarão consolidadas.

As configurações de um *template* para os sistemas de instalações hidrossanitárias envolvem a criação de vistas, padronização de cores das tubulações e peças hidrossanitárias, famílias para modelagem, comandos, especificação inteligente das conexões, indicação de diâmetro, inclinação, entre outros detalhamentos que serão melhor representação na criação das pranchas do projeto executivo.

Nesse contexto, optou-se por utilizar para as famílias de instalação hidrossanitária as configurações de fábrica do sistema REVIT da *Autodesk* e também aquelas fornecidas pela Tigre, o qual é um *plugin* gratuito que pode ser baixado facilmente pelo site <https://www.tigre.com.br/tigre-bim>.

Para exemplificação, seguem legendas de padronização da visualização dos sistemas seguem legendas

Figura 23. Legenda de cores

	ESGOTO SÉRIE NORMAL
	ESGOTO VENTILAÇÃO
	ÁGUA FRIA - PVC SOLDÁVEL
	ÁGUA FRIA - AÇO GALVANIZADO
	PLUVIAL
	ÁGUA QUENTE - CPVC SOLDÁVEL

Fonte: *Template* configurado pelo Autor (2021)

Figura 24. Legenda de cores das caixas

	CG - CAIXA DE GORDURA SIMPLES COM TAMPA Diâm.=30cm
	CE - CAIXA DE PASSAGEM DE ESGOTO Diâm.=60 cm
	CG - CAIXA DE AREIA Diâm.=60 cm
	CS - CAIXA DE SABÃO Diâm.=60 cm

Fonte: *Template* configurado pelo Autor (2021)

Mais detalhes do *template* utilizado foram apresentados conforme se verificou essa necessidade para melhor entendimento da concepção do projeto executivo e entre cada uma das etapas seguintes.

4.3 SISTEMA DE DRENAGEM PLUVIAL

Para dimensionamento do sistema de drenagem pluvial, inicialmente, deve-se considerar a vazão de projeto de acordo com a contribuição do telhado. Dessa maneira, conforme a ABNT NBR 10844/1989, para determinação da vazão, tem-se a seguinte expressão:

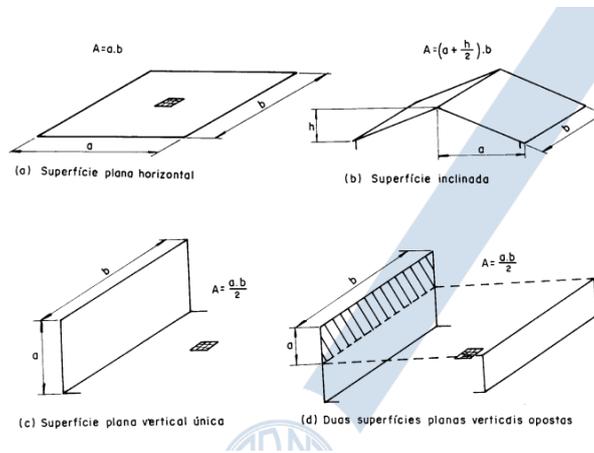
$$Q = \frac{I.A}{60}$$

Onde:

- Q: Vazão de projeto, em L/min;
- I: Intesidade Pluviométrica, em mm/h;
- A: Área de contribuição, em m².

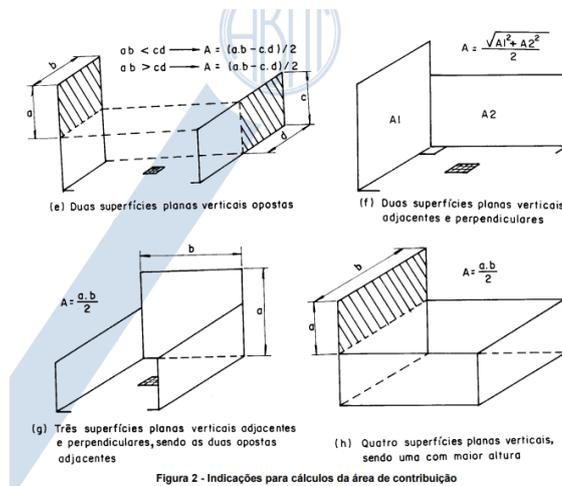
A contribuição da cobertura é dada conforme ilustrado na ABNT NBR 10844/1989 (Figuras 25 e 26):

Figura 25. Contribuição da cobertura para o cálculo da vazão – parte 01



Fonte: ABNT NBR 10844/1989

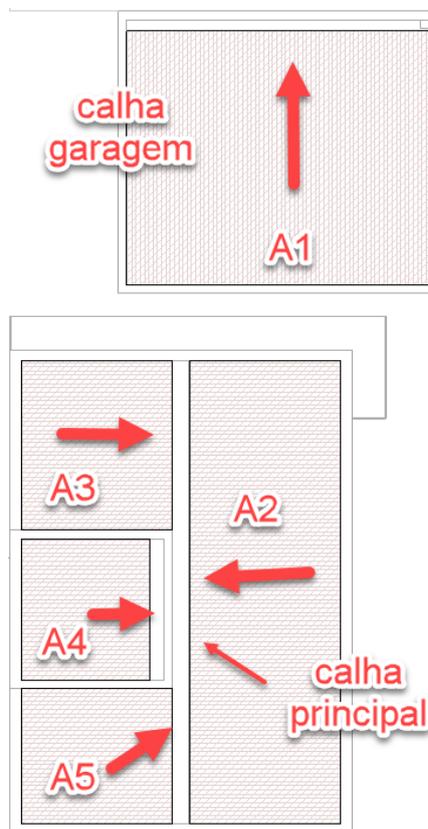
Figura 26. Contribuição da cobertura para o cálculo da vazão – parte 02



Fonte: ABNT NBR 10844/1989

Para o projeto em questão, foram consideradas as áreas de 01 a 05, conforme apresentado na Tabela 3 e também ilustrado na Figura 27.

Figura 27. Contribuição da cobertura para a calha principal e para a calha da garagem



Fonte: Modelo 3D do projeto arquitetônico (2021)

Tabela 3. Áreas de contribuição do projeto arquitetônico

ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO	TOTAL (m ²)
A1	23,87
A2	21,76
A3	7,95
A4	5,58
A5	6,37

Fonte: Autor (2021)

Ainda, deve-se considerar a contribuição da platibanda que será dada pelo maior comprimento conforme ilustrado na Figura 28.

Figura 28. Dimensões da platibanda para cálculo da área de contribuição



Fonte: Modelo 3D do projeto arquitetônico (2021)

De acordo com o que consta na ABNT NBR 10844/1989, o cálculo da vazão na calha também considera a intensidade pluviométrica, com base nos dados pluviométricos locais e o período de retorno da chuva.

Os valores de intensidade pluviométrica são dados pela Tabela 5 da norma (Figura 29). Considerando o disposto na tabela, a cidade mais próxima de Uberlândia – MG, é a cidade de Catalão – GO.

Figura 29. Intensidade pluviométrica – parte 01

ANEXO - Tabela 5

Tabela 5 - Chuvas intensas no Brasil (Duração - 5min)

Local	Intensidade pluviométrica (mm/h)		
	período de retorno (anos)		
	1	5	25
1 - Alegrete/RS	174	238	313 (17)
2 - Alto Itatiaia/RJ	124	164	240
3 - Alto Tapajós/PA	168	229	267 (21)
4 - Alto Teresópolis/RJ	114	137 (3)	-
5 - Aracaju/SE	116	122	126
6 - Avaré/SP	115	144	170
7 - Bagé/RS	126	204	234 (10)
8 - Barbacena/MG	156	222	265 (12)
9 - Barra do Corda/MA	120	128	152 (20)
10 - Bauru/SP	110	120	148 (9)
11 - Belém/PA	138	157	185 (20)
12 - Belo Horizonte/MG	132	227	230 (12)
13 - Blumenau/SC	120	125	152 (15)
14 - Bonsucesso/MG	143	196	-
15 - Cabo Frio/RJ	113	146	218
16 - Campos/RJ	132	206	240
17 - Campos do Jordão/SP	122	144	164 (9)
18 - Catalão/GO	132	174	198 (22)
19 - Caxambu/MG	106	137 (3)	-
20 - Caxias do Sul/RS	120	127	218
21 - Corumbá/MT	120	131	161 (9)
22 - Cruz Alta/RS	204	246	347 (14)
23 - Cuiabá/MT	144	190	230 (12)
24 - Curitiba/PR	132	204	228
25 - Encruzilhada/RS	106	126	158 (17)
26 - Fernando de Noronha/FN	110	120	140 (6)
27 - Florianópolis/SC	114	120	144
28 - Formosa/GO	136	176	217 (20)
29 - Fortaleza/CE	120	156	180 (21)
30 - Goiânia/GO	120	178	192 (17)
31 - Guaramiranga/CE	114	126	152 (19)
32 - Irai/RS	120	198	228 (16)
33 - Jacarezinho/PR	115	122	146 (11)
34 - João Pessoa/PB Pessoa/PB	115	140	163 (23)
35 - Juaretê/AM	192	240	288 (10)
36 - km 47 - Rodovia Presidente Dutra/RJ	122	164	174 (14)
37 - Lins/SP	96	122	137 (13)
38 - Maceió/AL	102	122	174
39 - Manaus/AM	138	180	198
40 - Natal/RN	113	120	143 (19)
41 - Nazaré/PE	118	134	155 (19)
42 - Niterói/RJ	130	183	250
43 - Nova Friburgo/RJ	120	124	156
44 - Olinda/PE	115	167	173 (20)
45 - Ouro Preto/MG	120	211	-
46 - Paracatu/MG	122	233	-
47 - Paranaguá/PR	127	186	191 (23)
48 - Paratins/AM	130	200	205 (13)
49 - Passa Quatro/MG	118	180	192 (10)
50 - Passo Fundo/RS	110	125	180
51 - Petrópolis/RJ	120	126	156
52 - Pinheiral/RJ	142	214	244
53 - Piracicaba/SP	119	122	151 (10)
54 - Ponta Grossa/PR	120	126	148

/continua

Fonte: ABNT NBR 10844/1989

Quanto ao período de retorno, para coberturas e/ou terraços, de acordo com a ABNT NBR 10844/1989, deve-se adotar um período de chuvas de 5 (cinco) anos. Assim, as vazões de contribuição para a calha da garagem e a calha principal, bem como os diâmetros dos coletores de águas pluviais será dado de acordo com o seguinte:

a) Cálculo dos coletores e da calha da garagem

A vazão para a **calha da garagem** é dada de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4. Vazão da calha da garagem

Nº telhado	Período de retorno (anos)	Precipitação (min)	Intens. Pluv. (mm/h)	Áreas de contribuição (m ²)	Q (L/min)
A1	5	5	174	23,87	69,22

Fonte: Autor (2021)

A Tabela da Figura 30.1 da ABNT NBR 10844/1989 mostra os diâmetros de condutores horizontais semi-circulares de PVC. Considerando a vazão da Tabela 4 e declividade de 0,5%, verifica-se que o da calha pode ser de 100 mm, que tem capacidade de até 130 L/min.

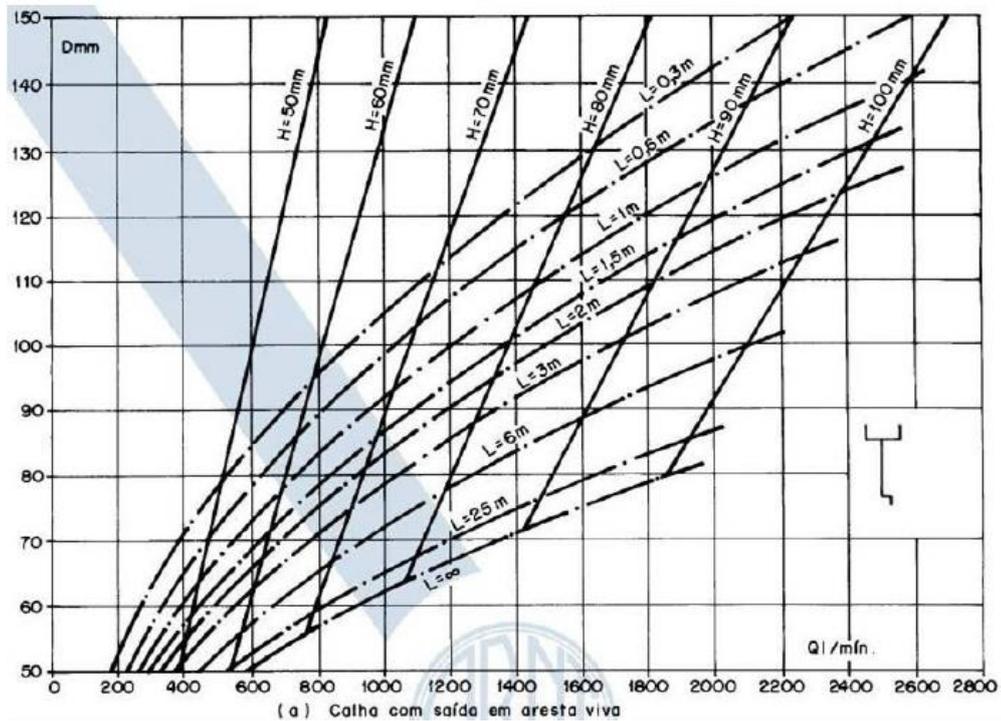
Figura 30.1 Capacidade dos condutores horizontais

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: ABNT NBR 10844/1989

O ábaco da Figura 30.2 é utilizado para o dimensionamento de condutores verticais, cujo diâmetro mínimo é de 70 mm (comercial de 75 mm).

Figura 30.2 Ábaco para dimensionamento de condutores verticais

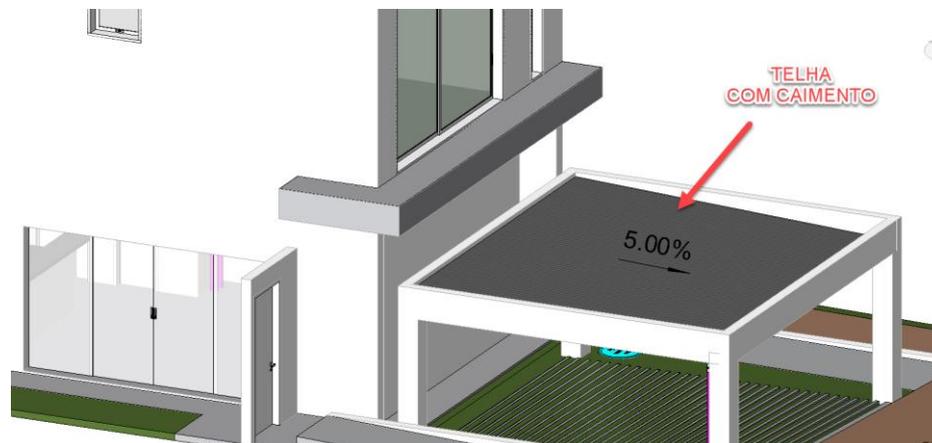


Fonte: ABNT NBR 10844/1989

Considerando a vazão de 69,22 L/min, altura do condutor de 3m e altura da lâmina líquida de 50 mm (metade do diâmetro da calha), obtém-se um condutor vertical de 70 (75) mm, que é o diâmetro mínimo permitido por norma.

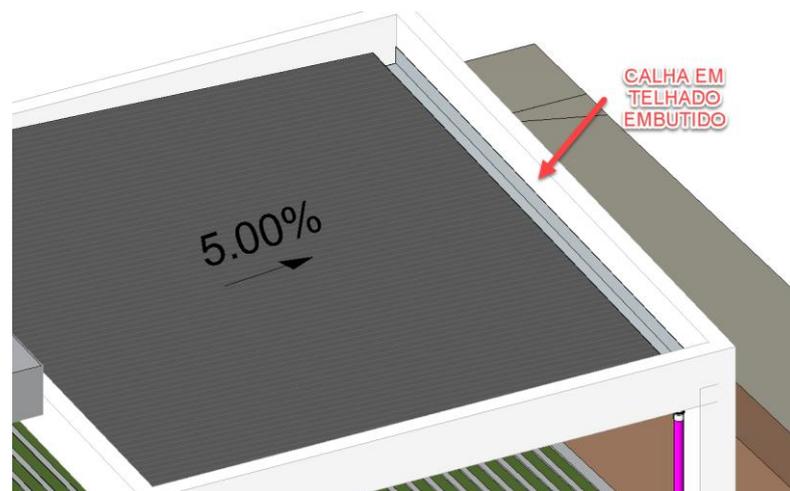
Em relação ao modelo BIM, pode-se perceber a qualidade de representação e facilidade de visualização dados nas figuras a seguir (Figuras 32 a 35).

Figura 31. Telhamento da garagem com caimento



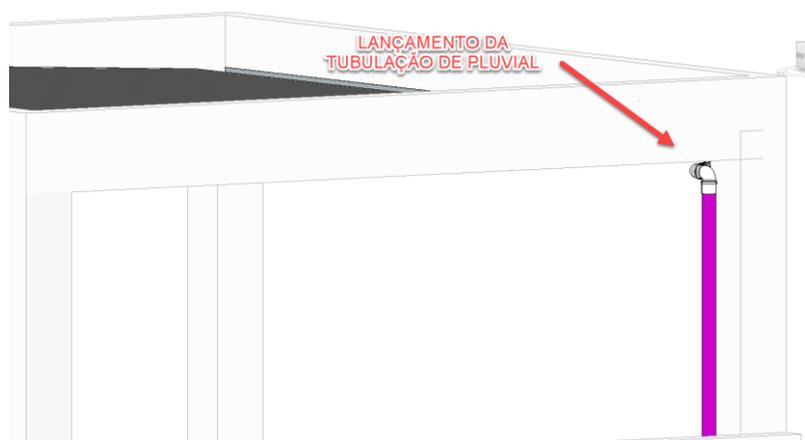
Fonte: Modelo 3D do projeto de drenagem pluvial (2021)

Figura 32. Calha em telhado embutido



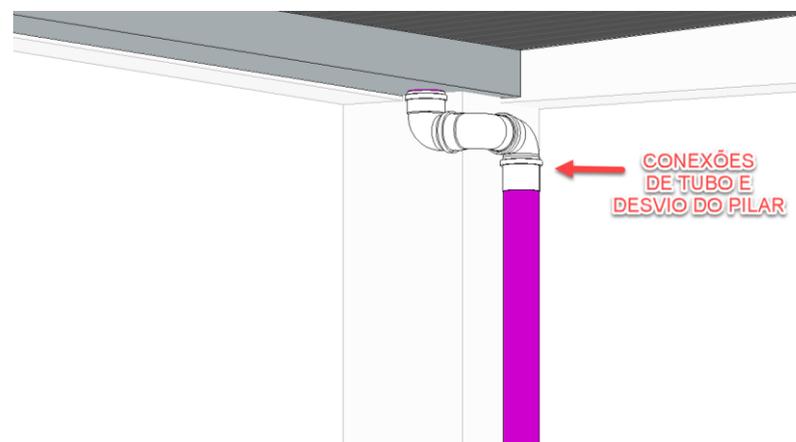
Fonte: Modelo 3D do projeto de drenagem pluvial (2021)

Figura 33. Lançamento da tubulação de 75mm de pluvial



Fonte: Modelo 3D do projeto de drenagem pluvial (2021)

Figura 34. Detalhe da conexão de tubos e desvio do pilar



Fonte: Modelo 3D do projeto de drenagem pluvial (2021)

b) Calha Principal da edificação

O cálculo da vazão da **calha principal** da edificação será dada considerando as áreas de contribuição calculadas e a área de contribuição da platibanda (Tabela 5), área 06 (seis).

Tabela 5. Vazão total na calha principal da edificação

Nº telhado	Período de retorno (anos)	Precipitação (mm)	Intens. Pluv. (mm/h)	Áreas de contribuição (m²)			Q (L/min)
				PLATIBANDA		TELHADO	
				b	h	Área	
A2	5	5	174			21,73	63,02
A3	5	5	174			7,90	22,91
A4	5	5	174			5,58	16,18
A5	5	5	174			6,37	18,47
A6	5	5	174	8,2	1,2	9,84	28,54
Soma vazões (l/min)							149,12

Fonte: Autor (2021)

Utilizando-se os dados da Tabela 5, considerando-se as Figuras 30.1 e 30.2 e seguindo-se os mesmos procedimentos utilizados para a calha da garagem, foi encontrada uma calha de 100 mm, instalada com declividade de 1% e um condutor vertical de 100 mm.

Porém, por questões de manutenção e segurança do sistema, optou-se por se utilizar duas tubulações de 100 mm (Figura 36). Ainda, o fato de se utilizar dois pontos de captação que se estendem pelo comprimento da calha é, justamente, fazer a drenagem da água de maneira que, se alguma das descidas for obstruída, se tenha a outra livre para o escoamento da água.

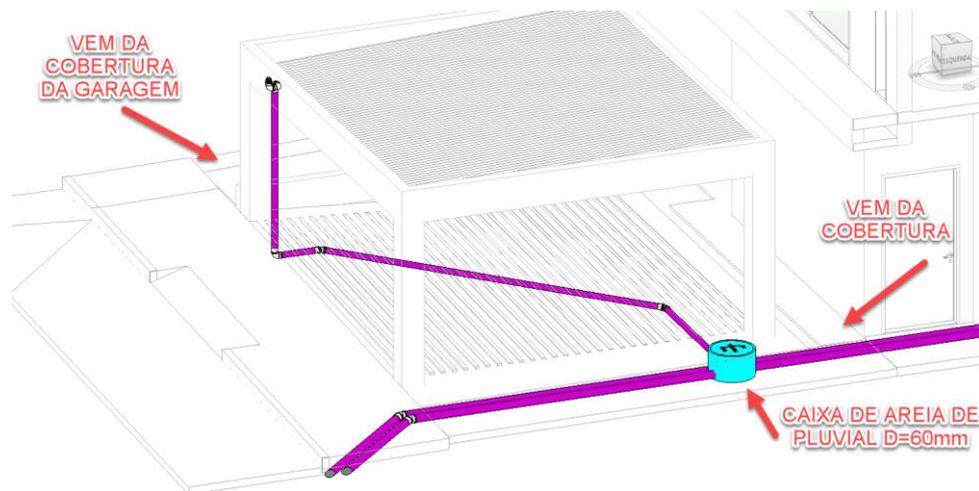
Figura 35. Descidas de pluvial de 100mm



Fonte: Modelo 3D do projeto de drenagem pluvial (2021)

Conforme prescrito na ABNT NBR 10844/1989, devem ser previstas caixas de areia sempre que houver que houver conexões com outra tubulação. Nesse sentido, optou-se por fazer a junção das descidas de pluvial da cobertura principal com a cobertura da garagem conforme ilustrado na Figura 37.

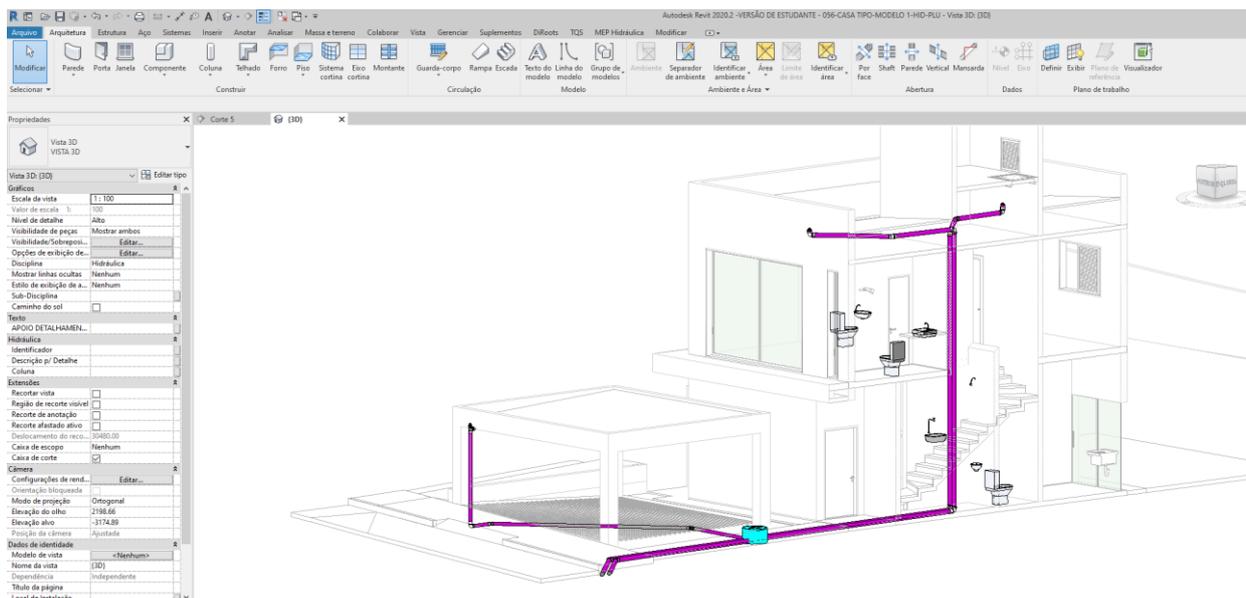
Figura 36. Junção entre saídas de pluvial



Fonte: Modelo 3D do projeto de drenagem pluvial (2021)

A visão geral do projeto contemplando o caminhamento das tubulações pode ser visualizada facilmente através do *software* REVIT, conforme ilustrado na Figura 38.

Figura 37. Modelagem 3D do projeto de drenagem pluvial



Fonte: Modelo 3D do projeto de drenagem pluvial (2021)

4.4 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO E VENTILAÇÃO

O dimensionamento do sistema de esgoto partiu da definição do caminhamento das tubulações, desde os ramais de descarga de cada aparelho de utilização, passando pelos ramais de esgoto, tubos de queda, caixas de inspeção e coletores até a rede comum do condomínio.

Projetou-se três caminhamentos diferentes, de acordo com os tipos de efluentes: um ramal de esgoto para a cozinha, com caixa de gordura; outro para a área de serviço, com caixa de sifonada e outros dois ramais para coleta do esgoto das instalações dos banheiros do pavimento superior e do térreo, com caixas de inspeção.

Dentre os componentes do sistema de esgotamento sanitário, há desconectores e ramais de ventilação, seguindo as diretrizes da ABNT NBR 8160:1999. Ao final, esses ramais independentes conduzem o esgoto para uma caixa de inspeção que unifica a rede da residência. Em seguida, o coletor predial conduz os efluentes para a rede interna do condomínio.

A fim de facilitar o entendimento e demonstrar as vantagens do sistema BIM, a medida que se avança no dimensionamento, optou-se por inserir capturas do modelo 3D das instalações de esgotamento sanitário.

4.4.1 DIÂMETRO DOS RAMAIS DE DESCARGA

Dado o exposto, o início do dimensionamento se deu a partir dos ramais de descarga. Seguindo a Tabela 3 da ABNT NBR 8160:1999 (Figura 39), determinou-se os diâmetros nominais, de acordo com as Unidades de Hunter de Contribuição para cada aparelho sanitário.

Figura 38. Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

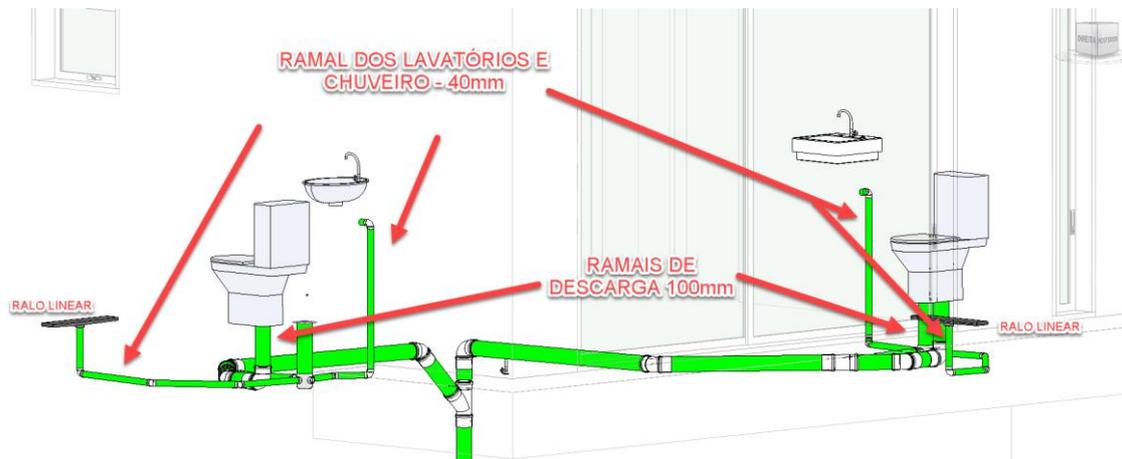
³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Conforme tabela, os diâmetros nominais podem ser conferidos conforme ilustrado no modelo BIM (Figuras 40 a 42), seguindo a configuração seguinte:

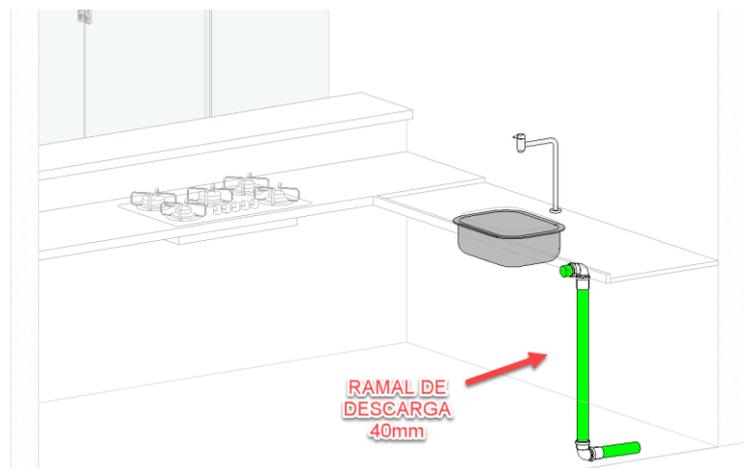
- Ramais de descarga das bacias sanitárias: 100 mm;
- Ramais de lavatórios e chuveiros: 40 mm;
- Ramais da pia da cozinha: 50 mm;
- Ramal do tanque: 40 mm;
- Ramal da máquina de lavar: 50 mm.

Figura 39. Ramais de descarga bacias sanitárias, lavatórios e chuveiros – 1º pavimento



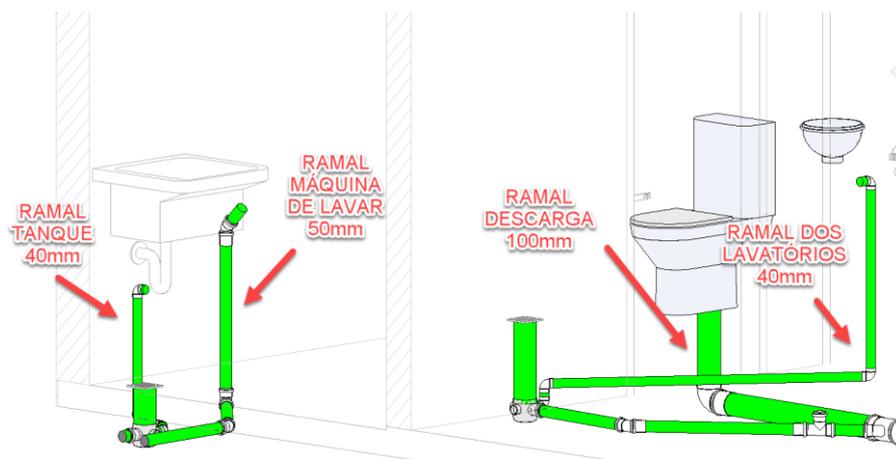
Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

Figura 40. Ramal de descarga da pia da cozinha



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

Figura 41. Ramais da lavanderia e banheiro – Pavimento Térreo



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

4.4.2 CAIXAS SIFONADAS

De acordo com o item 5.1.1.2 da NBR 8160:1999, adotou-se caixas sifonadas de diâmetro interno igual a 100 mm, pois elas recebem efluentes de aparelhos sanitários até o limite de 6 UHC. Os ramais de esgoto dessas caixas devem ser dimensionados de acordo com a tabela 4 da norma (Figura 43).

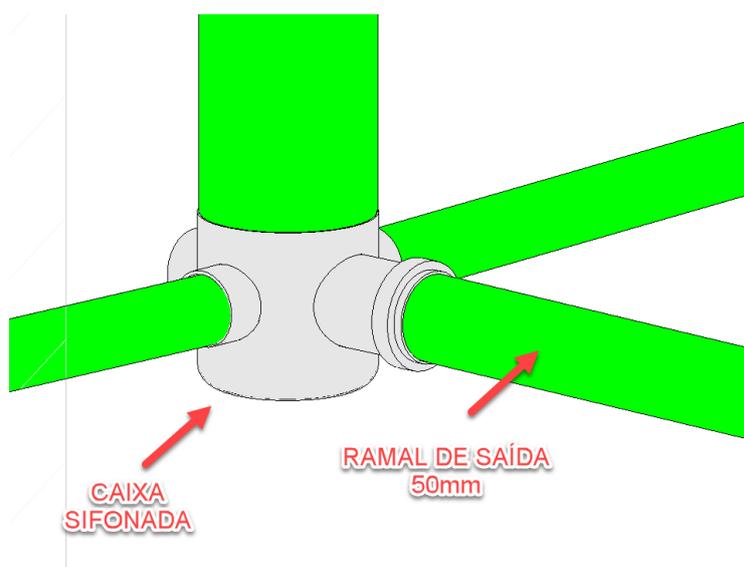
Figura 42. Dimensionamento de ramais de esgoto de caixas sifonadas

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga	Número de unidades de Hunter de contribuição
<i>DN</i>	UHC
40	2
50	3
75	5
100	6

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Portanto, os ramais de saída de caixas sifonadas serão adotados como de 50mm (Figura 44), visto que as caixas suportam efluentes de apenas um lavatório e um chuveiro.

Figura 43. Ramal saída da caixa sifonada



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

4.4.3 RAMAIS DE ESGOTO

Quanto aos ramais de esgoto, utiliza-se a tabela 5 da NBR 8160:1999 para a determinação dos diâmetros (Figura 45).

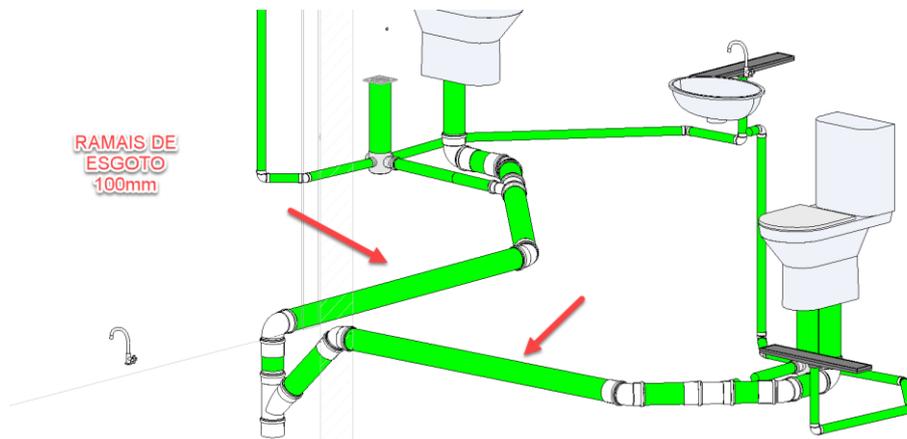
Figura 44. Dimensionamento dos ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Como apresentado pela tabela anterior, os ramais de esgoto seguem o diâmetro mínimo adotado para dos ramais de descarga das bacias sanitárias, qual seja, 100 mm (Figura 46).

Figura 45. Dimensionamento dos ramais de esgoto



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

4.4.4 TUBOS DE QUEDA

Quanto ao dimensionamento dos tubos de queda, utiliza-se as determinações da tabela 6 da NBR 8160:1999 (Figura 47), a qual estabelece diâmetros mínimos da soma das UHC de acordo com o número de pavimentos da edificação.

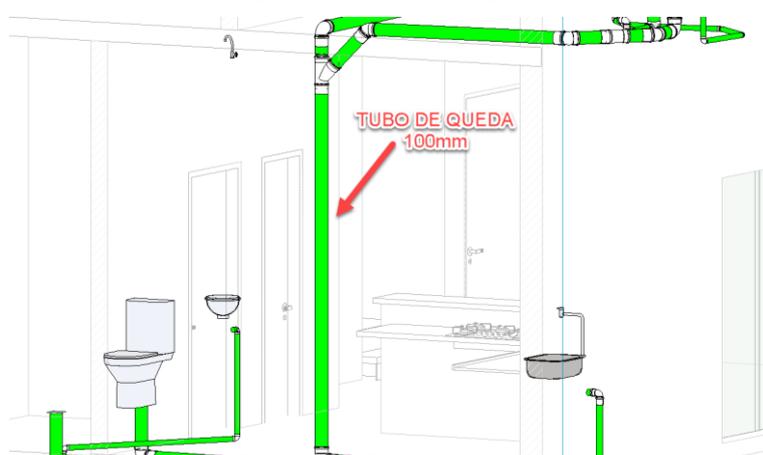
Figura 46. Dimensionamento de tubos de queda

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Como visto pela tabela acima, um tubo de queda de DN 100 possui uma capacidade muito acima do típico de uma edificação de padrão médio de dois pavimentos. Neste projeto, os banheiros do pavimento superior somam 9 UHC, cada um. No entanto, por simplificação construtiva, e para evitar perdas de carga nas reduções de diâmetro, é adotado o mesmo diâmetro para ramais de esgoto e tubos de queda (Figura 48).

Figura 47. Tubo de queda



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

4.4.5 SUBCOLETORES E COLETORES PREDIAIS

Para os subcoletores e coletor predial, seguiu-se as determinações da tabela 7 da NBR 8160:1999 (Figura 49).

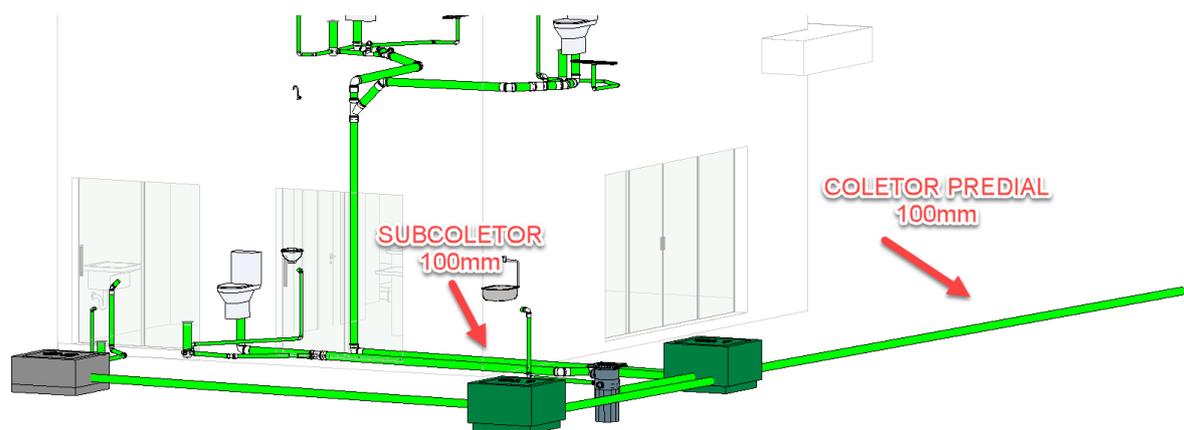
Figura 48. Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Somando-se todas as unidades de Hunter de contribuição de todos os aparelhos de utilização, o resultado é 33. Portanto, um tubo de 100 mm com declividade mínima de 1% adotado, está suficiente (Figura 50).

Figura 49. Subcoletores e coletor predial



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

4.4.1 DISPOSITIVOS COMPLEMENTARES

a) Caixa de gordura

De acordo com o item 5.1.5.1.1, alínea a, da NBR 8160:1999, para a coleta de apenas uma cozinha, adota-se a caixa pequena. Como define o item 5.1.5.1.3 da mesma norma, uma caixa de gordura pequena, possui as seguintes dimensões mínimas:

- Diâmetro interno: 0,30 m;
- Parte submersa do septo: 0,20 m;
- Capacidade de retenção: 18l;
- Diâmetro nominal da tubulação de saída: 75 mm.

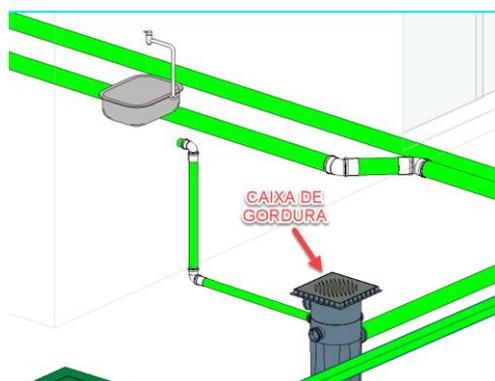
A caixa de gordura escolhida é um modelo da fabricante Tigre, pois não haveria espaço para construção de uma caixa em alvenaria somente para a gordura (Figuras 51 e 52).

Figura 50. Caixa de gordura Tigre



Fonte: SITE DA TIGRE (2021)

Figura 51. Caixa de gordura modelagem 3D



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

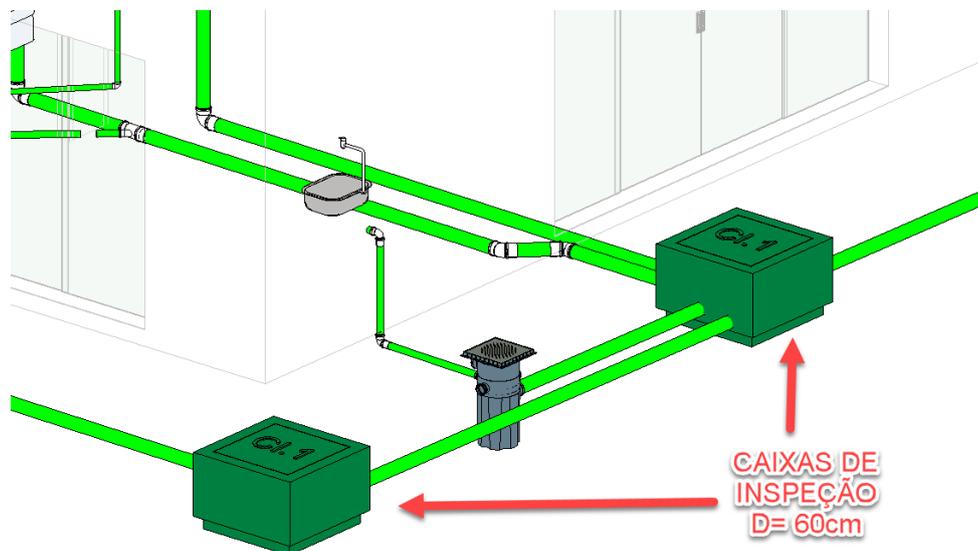
b) Caixas de inspeção

De acordo com o item 5.1.5.3 da NBR 8160:1999, as caixas de inspeção devem ter:

- a) profundidade máxima de 1,00 m;
- b) forma prismática, de base quadrada ou retangular, de lado interno mínimo de 0,60m, ou cilíndrica com diâmetro mínimo igual a 0,60 m;
- c) tampa facilmente removível, permitindo perfeita vedação;
- d) fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos.

Neste projeto, será adotada a dimensão mínima de 60cm pra caixas quadradas e tubulação de saída de 100 mm, que já é o próprio coletor predial dimensionado (Figura 53).

Figura 52. Caixas de inspeção



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

c) Subsistema de ventilação

De acordo com o item 5.2, da NBR 8160:1999, os ramais de ventilação devem ser dimensionados conforme a tabela 8 da referida norma (Figura 54).

Figura 53. Dimensionamento de ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Portanto, tem-se que o diâmetro dos ramais de ventilação dos banheiros é de 50mm, uma vez que o somatório de unidades Hunter de cada um é inferior a 17 (dezesete).

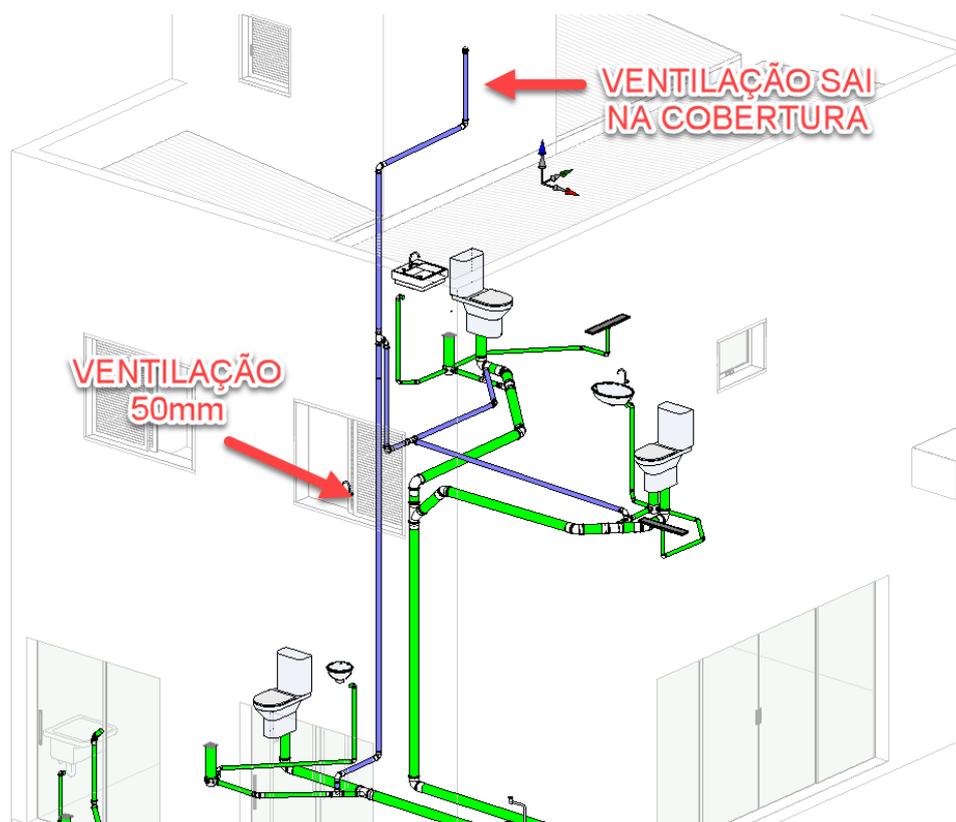
Para a coluna de ventilação, considerando a contribuição dos três banheiros (dois no pavimento superior e o banheiro do térreo), a altura total da coluna que não ultrapassa 11 (onze) metros e o diâmetro do tubo de queda de 100mm, pode ser adotado o diâmetro de 50 mm, conforme a tabela 2 da NBR 8160:1999 (Figuras 55 e 56).

Figura 54. Dimensionamento das colunas de ventilação

Diâmetro nominal do tubo de queda ou do ramal de esgoto DN	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
Comprimento permitido m									
40	8	46	-	-	-	-	-	-	-
40	10	30	-	-	-	-	-	-	-
50	12	23	61	-	-	-	-	-	-
50	20	15	46	-	-	-	-	-	-
75	10	13	46	317	-	-	-	-	-
75	21	10	33	247	-	-	-	-	-
75	53	8	29	207	-	-	-	-	-
75	102	8	26	189	-	-	-	-	-
100	43	-	11	76	299	-	-	-	-
100	140	-	8	61	229	-	-	-	-
100	320	-	7	52	195	-	-	-	-
100	530	-	6	46	177	-	-	-	-
150	500	-	-	10	40	305	-	-	-
150	1 100	-	-	8	31	238	-	-	-
150	2 000	-	-	7	26	201	-	-	-
150	2 900	-	-	6	23	183	-	-	-
200	1 800	-	-	-	10	73	286	-	-
200	3 400	-	-	-	7	57	219	-	-
200	5 600	-	-	-	6	49	186	-	-
200	7 600	-	-	-	5	43	171	-	-
250	4 000	-	-	-	-	24	94	293	-
250	7 200	-	-	-	-	18	73	225	-
250	11 000	-	-	-	-	16	60	192	-
250	15 000	-	-	-	-	14	55	174	-
300	7 300	-	-	-	-	9	37	116	287
300	13 000	-	-	-	-	7	29	90	219
300	20 000	-	-	-	-	6	24	76	186
300	26 000	-	-	-	-	5	22	70	152

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Figura 55. Ramais e coluna de ventilação



Fonte: Modelo 3D de esgotamento sanitário (2021)

Conforme a tabela 1 da NBR 8160:1999 (Figura 57), respeitou-se as distâncias mínimas entre os desconectores e o tubo ventilador.

Figura 56. Distância máxima entre um desconector e o tubo ventilador

Diâmetro nominal do ramal de descarga <i>DN</i>	Distância máxima m
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

4.5 SISTEMA DE ÁGUA FRIA

Primeiramente, foi determinado o consumo diário da edificação para que se obtivesse o volume de reservação de água. Em seguida, foi estabelecido o tipo de hidrômetro, de acordo com as especificações do Departamento Municipal de Água e Esgoto (DMAE) de Uberlândia. Na sequência, definiu-se o tipo de abastecimento, de acordo com as características do empreendimento.

4.5.1 CÁLCULO DO CONSUMO DIÁRIO

4.5.1.1 Consumo diário individual (por sobrado)

Para o cálculo do consumo diário (Cd), utiliza-se a fórmula Carvalho Júnior (2013), como na equação a seguir:

$$Cd = P \times q$$

Onde:

P = população que ocupará a edificação;

q = consumo per capita (litros/dia).

Para a edificação em questão, tem-se:

- Natureza da edificação: Residencial multifamiliar horizontal
- Taxa de ocupação: Duas pessoas por dormitório
- Consumo *per capita* (q): 200 L/pessoa/dia
- Informações: Casa assobradada com 3 dormitórios, sendo 65 sobrados no total.

Assim, a quantidade de pessoas de projeto que ocupará a edificação é:

$$P = 2 * 3 = 6 \text{ pessoas}$$

Logo, o consumo diário de cálculo é dado por:

$$Cd = 6 \times 200 \text{ litros/dia} = 1200 \text{ l/di } q/\text{sobrado}$$

4.5.1.2 Consumo diário do empreendimento (hidrômetro geral)

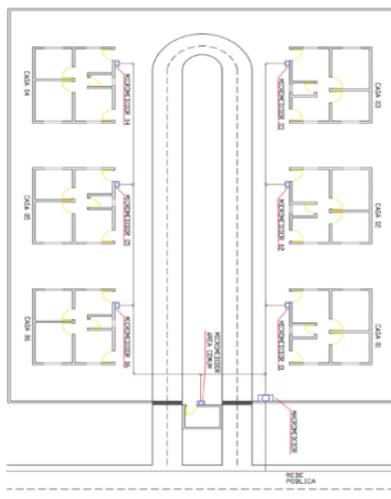
O consumo total do empreendimento, será dado em função da quantidade de sobrados que deverão ser abastecidos que, no caso, são 65 (sessenta e cinco).

$$Cd \text{ (total/di a)} = 1200 \text{ l/di a} * 65 = 78000 \text{ l/di a}$$

4.5.2 DETERMINAÇÃO DOS HIDRÔMETROS

De acordo com a Resolução N°11 publicada no Diário Oficial n° 6116 – Capítulo I que trata das diretrizes técnicas definidas pelo Departamento Municipal de Água e Esgoto de Uberlândia, para medição individualizada de novas edificações, o sistema medição será composto de um hidrômetro principal denominado macromedidor, e de hidrômetros individuais chamados de micromedidores (Figura 58).

Figura 57. Exemplo de medição individualizada em condomínio horizontal



Fonte: Resolução DMAE (2021)

Para o projeto em questão, a leitura das áreas comuns será feita pela diferença entre a leitura do macromedidor e a somatória das leituras dos hidrômetros individuais de cada sobrado.

De acordo com as definições da concessionária local, para determinação dos hidrômetros deve ser considerado o consumo mensal do condomínio para o macromedidor e o consumo mensal da residência para o medidor individual.

No projeto em questão, optou-se apenas por apresentar as soluções que se referem ao modelo padrão dos sobrados, não sendo o foco do estudo abordar o que se entende como pertinentes ao projeto de implantação, isto é, medição geral, reservatórios inferiores, entre outros aspectos.

Dado o exposto, tem-se que o consumo dos micromedidores pode ser calculado da seguinte maneira:

$$\begin{aligned}
 Cd(\text{hidrômetro individual}) &= Cd(\text{sobrado/diária}) * 30 \text{ dias} \\
 &= 1200 \text{ L/diária} * 30 \text{ dias} \\
 &= 36000 \text{ l/mês} = \mathbf{36 \text{ m}^3/\text{mês}}
 \end{aligned}$$

O DMAE fornece ainda uma tabela auxiliar (Figura 59) para que possa ser determinado o tipo de hidrômetro, considerando limites inferiores e superiores de consumo, a fim de que se possa fornecer a vazão mensal calculada.

Figura 58. Tabela para determinação do hidrômetro

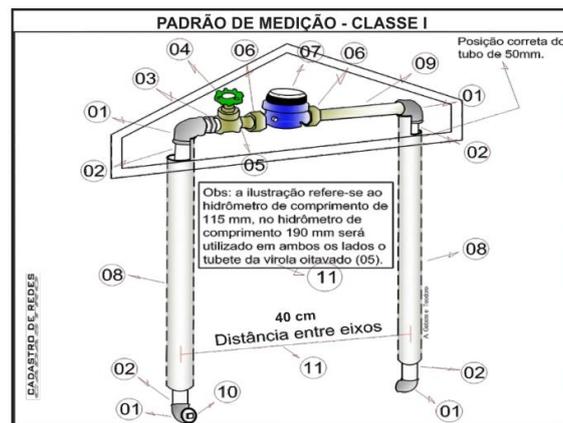
Dimensionamento para primeira ligação	Estes critérios para DIMENSIONAMENTO deverão ser utilizados para DETERMINAR a capacidade mais ADEQUADA para o HIDRÔMETRO a ser INSTALADO, especialmente para o caso de PRIMEIRA LIGAÇÃO. Para o caso de TROCA de hidrômetros, deve ficar bem claro que – SEMPRE QUE POSSÍVEL - a ESCOLHA do medidor mais ADEQUADA deverá ser realizada com base em INFORMAÇÕES mais precisas sobre características da LIGAÇÃO EXISTENTE, com ênfase em seu PERFIL (ou historiograma) de CONSUMO.											
Diâmetro Nominal da conexão do medidor	20	20	20	25	25	40	50	50	80	100	150	200
Designação dos Hidrômetros por letra	Y	A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M
Filtro	interno	interno	interno	interno	interno	interno	interno	externo	externo	externo	externo	externo
Vazão Max. (m/h)	1,5	3	5	7	10	20	30	30	80	120	300	500
Perda de carga em sua vazão máxima (MPa)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	Vert.:0,06 Axial.:0,03	Vert.:0,06 Axial.:0,03	Vert.:0,06 Axial.:0,03	Vert.:0,06 Axial.:0,03	Vert.:0,06 Axial.:0,03
Pressão Nominal (Máxima de trabalho) (bar)	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10	PN10
Vazão Nominal Qn (m³/h) e/ou Designação Usual	0,75	1,5	2,5	3,5	5	10	15	15	40	60	150	250
Classe Metrológica Recomendada	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
Diâmetro Nominal da Rosca e/ou N° Furos do Flange	G1B	G1B	G1B	G1 1/4B	G1 1/4B	G2B	Flange 4 furos	Flange 4 furos	Flange 4 furos	Flange 8 furos	Flange 8 furos	Flange 8 furos
Comprimento Nominal LN do Medidor (mm)	115	115/190	190	260	260	300	270	270	300	360	300/450	350
Norma Técnica de Referência	NBR NM 212	NBR NM 212	NBR NM 212	NBR NM 212	NBR NM 212	NBR NM 212	NBR NM 212	NBR 14005				
Limite Superior de consumo para Dimensionamento (m³/mês)	90	240	400	560	800	1600	2400	3600	7200	12000	36000	90000
Limite inferior de consumo para Dimensionamento (m³/mês)	0	91	241	401	561	801	1601	2401	3601	7201	12001	36001

Fonte: Resolução DMAE (2021)

Portanto, o hidrômetro adotado para os sobrados será do tipo Y de 3/4”, pois atende ao consumo de 35m³.

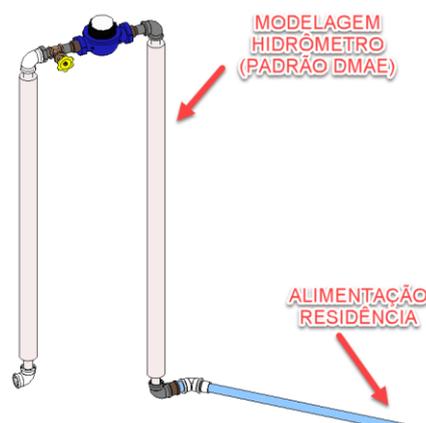
Para os hidrômetros individuais de cada sobrado será utilizado o modelo padrão de medição do DMAE conforme Figura 60, o qual foi modelado, demonstrando como o modelo 3D se aproxima da realidade construtiva (Figura 61):

Figura 59. Cavalete – padrão DMAE



Fonte: Resolução DMAE (2021)

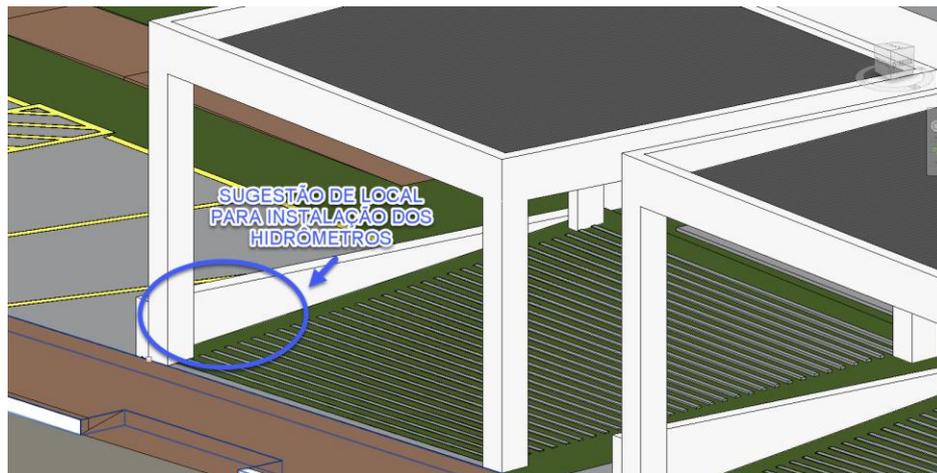
Figura 60. Modelagem do hidrômetro padrão DMAE



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria (2021)

O local para a instalação dos hidrômetros individuais em cada sobrado está mostrado na Figura 62.

Figura 61. Localização do medidor individual na residência



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria (2021)

4.5.3 RESERVATÓRIOS SUPERIORES DE ÁGUA FRIA

De acordo com Carvalho Júnior em seu livro Instalações Hidráulicas e o Projeto Arquitetônico (2013), tendo em vista a intermitência do abastecimento da rede pública, e na falta de informações, é recomendável dimensionar reservatórios com capacidade suficiente para dois dias de consumo.

Essa capacidade é calculada em função da população e da natureza da edificação conforme demonstrado no item 4.5.1.1 do presente trabalho. Então, a quantidade total de água a ser armazenada para cada sobrado deve ser:

$$CR = 2 \times Cd \text{ (cada sobrado)}$$

$$CR = 2 \times 1200 = 2400 \text{ L}$$

Onde:

- CR = capacidade total do reservatório (litros)
- Cd = consumo diário (litros/dia)

Vale ressaltar que, de acordo com o disposto na NBR 5626:2020, eventualmente deve ser considerada a reserva de incêndio que atenda ao PSCIP da edificação, sendo esse volume armazenado no reservatório superior.

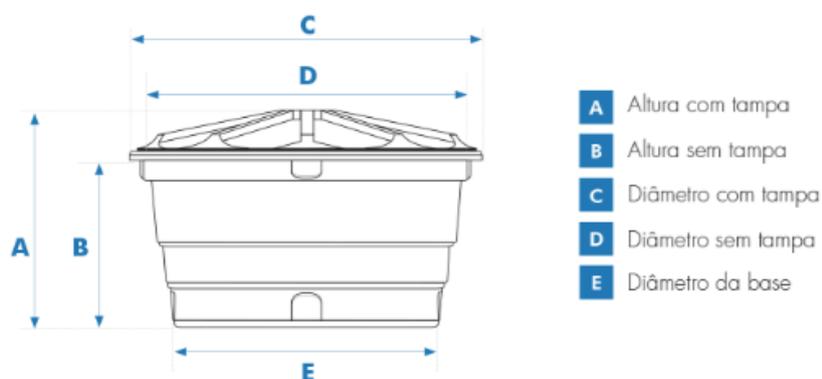
Entretanto, não haverá necessidade de se considerar aqui esse volume, uma vez que para o empreendimento em questão, não há exigência dessa medida de segurança, conforme informado pelo profissional técnico responsável pelo PSCIP. Além disso, como trata-se um sobrado em que foi previsto apenas reservatório superior, considerando que a pressão média na rede de abastecimento de água é suficiente para fornecimento constante de água.

Entretanto, é válido ressaltar que o condomínio ainda contará com reservatórios inferiores. Isto é, não será necessário armazenar nas residências todo o consumo diário de 1200 L. Logo, considerando-se que o consumo per capita de água é variável, optou-se por uma reserva total de água de 1000 L, ficando 200L por residência destinado para a reserva inferior. Porém, para o presente trabalho, não será contemplado o reservatório inferior do condomínio, uma vez que se essa parte do sistema não é objeto de estudo do presente trabalho.

Assim, optou-se por se utilizar duas caixas d'água de 500 L cada, a fim de que não seja interrompido o fornecimento de água no caso de manutenção de um dos reservatórios. Vale ressaltar que é aconselhável a instalação de caixas de polietileno, uma vez que tem alta durabilidade e são mais flexíveis, tendo vida útil de, aproximadamente, 30 anos.

Conforme os padrões da FORTLEV (2021), as dimensões mínimas para as caixas d'água de polietileno de cada sobrado serão as seguintes (Figura 63) e Tabela 6:

Figura 62. Dimensões Caixa d'água



Fonte: FORTLEV, 2021.

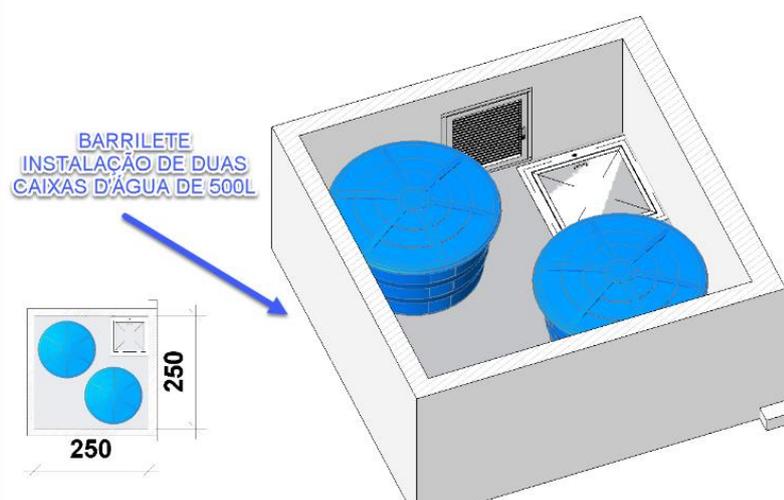
Tabela 6. Dimensões do reservatório FORTLEV

Capacidade de 500 l – Dimensões em metros (m)				
A	B	C	D	E
0,72	0,58	1,24	1,22	0,95

Fonte: FORTLEV, 2021

Considerando duas caixas d'água, verificou-se que há disponibilidade de espaço conforme barrilete previsto em projeto arquitetônico (Figura 64).

Figura 63. Local destinado a instalação das caixas d'água



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria (2021)

4.5.4 RESERVATÓRIO SUPERIOR DE ÁGUA QUENTE

De acordo com as especificações pré-definidas, o empreendimento contará com sistema de aquecimento solar. Dessa maneira, segundo Júnior (2014), para o dimensionamento do reservatório de água quente (boiler), utiliza-se uma estimativa de consumo de 50 L/pessoa/dia (Figura 65).

Figura 64. Estimativa de consumo de água quente

Tabela 2.2 Estimativa de consumo de água quente.		
Prédio		Consumo (litros/dia)
Alojamento provisório de obra		24/pessoa
Casa popular ou rural		36/pessoa
Residências	Aquecedor elétrico	45/pessoa
	Aquecedor a gás	40/pessoa
	Aquecedor solar	50/pessoa
Apartamento		60/pessoa
Quartel		45/pessoa
Escola (internato)		45/pessoa
Hotel (sem incluir cozinha e lavanderia)		36/hóspede
Hospital		125/leito
Restaurantes e similares		12/refeição
Lavanderia		15/kg roupa seca

Fonte: Júnior, 2014.

Dessa maneira, têm-se:

- População: 6 pessoas (demonstrado no item 4.5.1.1)

$$\text{Consumo diário de água quente} = 6 * 50 = 300 \text{ l/dia}$$

Para o cálculo do volume de água quente a ser armazenado utiliza-se a equação a seguir:

$$VAQ * TAQ + VAF * TAF = VMIST * TMIST$$

Onde:

- TAQ = É a temperatura da água quente no aquecedor;
- VAQ = É o volume/vazão de água quente;
- TAF = É a temperatura da água fria no inverno;
- VAF = É o volume/vazão de água fria;
- TMIST = É a temperatura da água morna;
- VMIST = É o volume/vazão de água morna utilizada (consumo diário).

Para o projeto em questão, tem-se as seguintes considerações de cálculo:

$$TAQ = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$VAQ = ?$$

$$TAF = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$VAF = VMIST - VAQ$$

$$TMIST = 43 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

VMIST = Consumo diário a 43 °c = 300 Litros

Portanto, tem-se:

$$VAQ = 152 \text{ l}$$

Para edificações residenciais alguns autores consideram que a vazão de pico pode ser estimada como sendo 60% do volume diário e com duração de 4 horas.

Portanto:

$$V_{pico} = 0,60 * 152 = 91,2 \text{ l}$$

Onde:

- V_{pico} = Volume no horário de pico.

A partir do valor estimado do volume necessário a ser reservado, foi possível calcular a vazão no horário de pico:

$$Q_{pico} = \frac{91,2 \text{ l}}{4 \text{ horas}} = 22,8 \text{ l/h ou } 0,0063 \text{ l/s}$$

Dado o volume de pico, o volume armazenado deve ser de, aproximadamente, 25% maior, pois a medida que a água quente é consumida e o reservatório vai sendo reabastecido pelo sistema, a água já aquecida é resfriada. Portanto o reservatório deve ter uma capacidade maior que o consumo da hora de pico.

Dado o exposto, tem-se que:

$$\text{Volume do boiler} > 1,25 * 91,2 \text{ l}$$

$$\text{Volume do boiler} > 114 \text{ l}$$

Nessas condições, o volume mínimo de reservação de água quente é de 114L. Entretanto, de acordo com fabricantes, o Boiler de 200L é suficiente para atender uma residência se

os banhos forem espaçados e rápidos. Nesse sentido, para evitar transtornos aos moradores, optou-se por adotar um boiler de 300 litros (volume comercial).

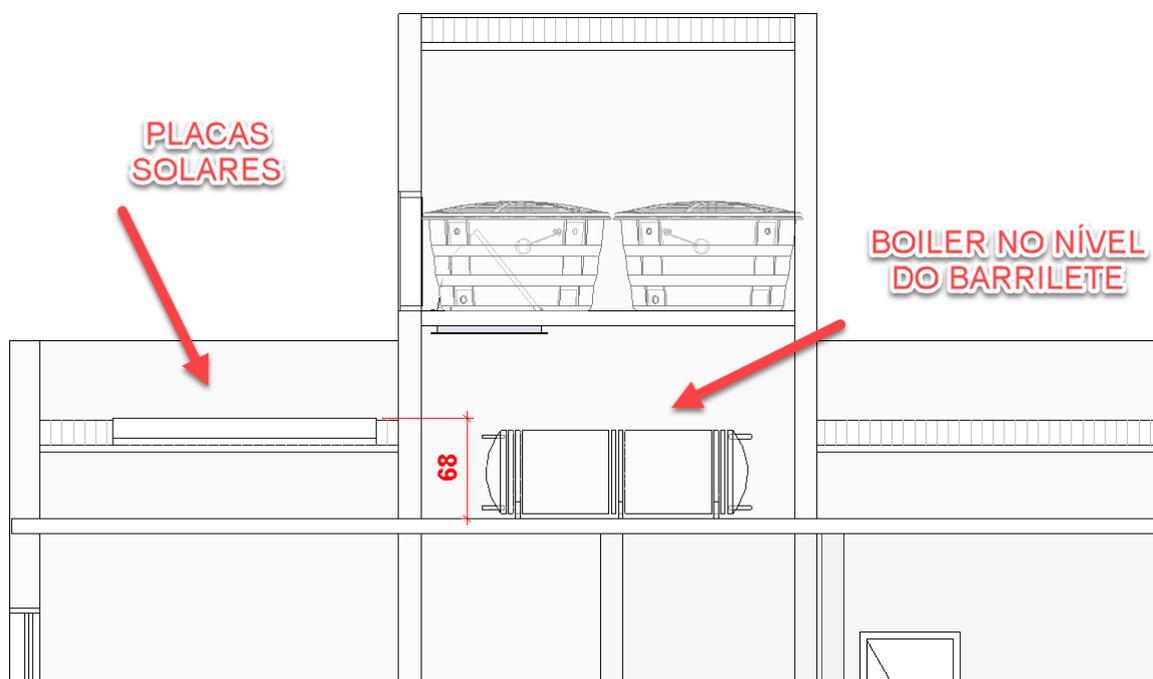
Para instalação do reservatório de água quente, há duas possibilidades:

- Locação em nível com o reservatório de água fria;
- Locação em nível inferior ao das caixas d'água.

De acordo com observado no projeto arquitetônico, no nível das caixas d'água não há espaço suficiente para que seja instalado também o reservatório de água quente.

Portanto, haveria a possibilidade de se instalar o Boiler no nível do barrilete. Entretanto, para o correto funcionamento do sistema de água quente por gravidade ou por circulação natural, o boiler deve ser locado em um nível superior ao das placas solares. Nesse sentido, verificou-se que o nível do barrilete está abaixo do nível de colocação das placas (telhado) de acordo com ilustrado na Figura 66.

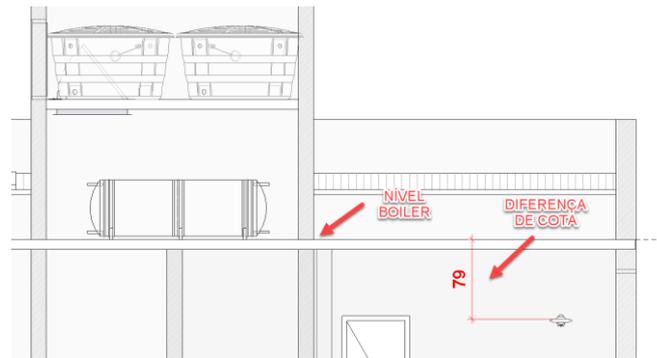
Figura 65. Boiler locado no nível do barrilete



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria e Quente (2021)

Ainda, considerando o nível do barrilete, outro problema que se teria é a pouca diferença de nível, conseqüentemente baixa pressão d'água, entre o chuveiro e o boiler (Figura 67).

Figura 66. Diferença de cotas entre boiler e chuveiro



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria e Quente (2021)

Nesse sentido, a instalação do boiler nos níveis do barrilete ou das caixas d'água fica inviabilizada.

Dado o exposto, como alternativa de solução, considerando a melhor solução técnica e economicamente viável, sugere-se a instalação do sistema de aquecimento solar a vácuo com boiler acoplado (Figura 68).

Figura 67. Sistema de aquecimento solar a Vácuo

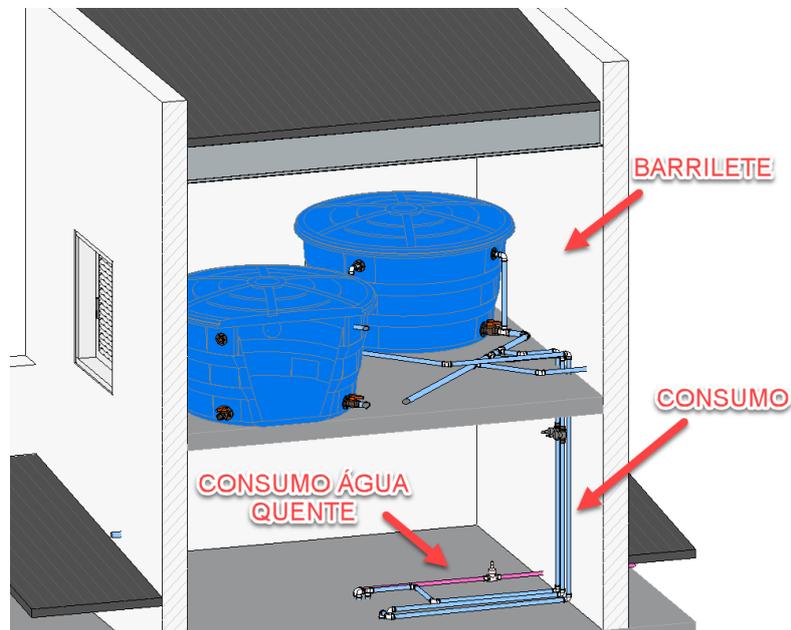


Fonte: Aquakent (2021)

Esses sistemas, além de ser mais eficiente que os sistemas convencionais, esse modelo de aquecimento é de mais fácil manutenção, pois, em caso de falhas, geralmente são trocados apenas os tubos de aquecimento, em vez de toda uma placa solar. Além disso, eles mantêm a temperatura da água mais elevada por mais tempo do que os sistemas convencionais.

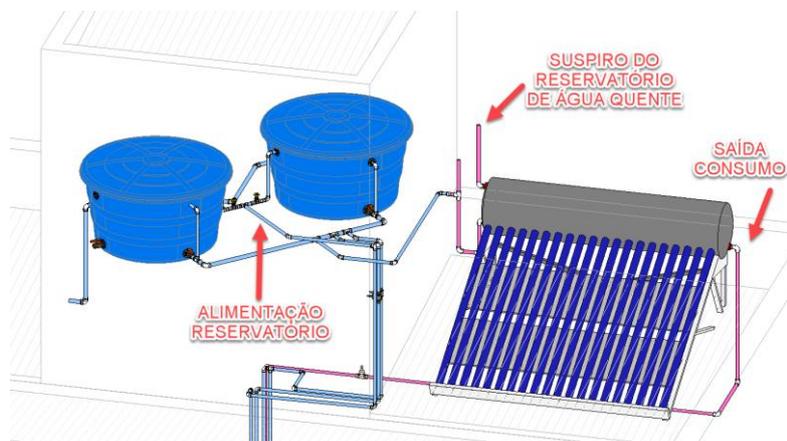
Após a escolha do reservatório, pôde-se realizar a modelagem 3D do barrilete e dos reservatórios (Figura 69 e 70).

Figura 68. Modelagem Barrilete



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria e Quente (2021)

Figura 69. Modelagem Boiler e ligação com caixas d'água



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria e Quente (2021)

4.5.5 DIMENSIONAMENTO DA TUBULAÇÃO DE ÁGUA FRIA

A fase de dimensionamento da tubulação foi realizada a partir do ábaco luneta, com o somatório dos pesos. Em seguida, foi verificado se os diâmetros determinados permitem obter pressões adequadas. Para tanto, determinou-se os valores das perdas de carga

distribuídas e localizadas por meio de planilhas do EXCEL e com base no caminhamento proposto na modelagem pelo REVIT.

Para a determinação dos diâmetros, foi consultada a tabela A.1 da NBR 5626:2020, em que estão listados os pesos de cada aparelho de utilização. Em seguida, esses pesos foram contabilizados para cada trecho e o ábaco luneta foi consultado (Figuras 71 a 73).

Figura 70. Ábaco luneta para pré-dimensionamento dos tubos de água fria

0	1,1	3,5	18	44	100	SOMA DOS PESOS
20 mm	25 mm	32 mm	40 mm	50 mm		Ø SOLDÁVEL (mm)
1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"		Ø ROSCÁVEL (pol.)

Fonte: Manual Técnico Água Fria Tigre (2014)

Figura 71. Ábaco luneta para pré-dimensionamento dos tubos de água quente

0	0,6	2,9	8,2	18	35	SOMA DOS PESOS
15 mm	22 mm	28 mm	35 mm	42 mm		AQUATHERM
1/2"	3/4"	1"	1.1/4"	1.1/2"		

Fonte: Manual Técnico Água Quente Tigre (2014)

Figura 72. Pesos relativos para cada peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo	
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3	
	Válvula de descarga	1,70	32	
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,0	
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,1	
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,1	
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4	
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1	
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,30	1,0	
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3	
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3	
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7	
	Torneira elétrica	0,10	0,1	
Tanque	Torneira	0,25	0,7	
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4	

Fonte: ABNT NBR 5620:2020

A partir dos pesos relativos dado pela acima, foi possível determinar a vazão, conforme a seguinte equação:

$$Q = 0,3 \sqrt{\sum \text{pesos}}$$

Com o diâmetro estimado pelo ábaco e conhecendo-se a vazão, foi possível calcular a velocidade, pela fórmula da continuidade:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Onde:

- Q = vazão estimada, em metros cúbicos por segundo;
- A = área interna da tubulação, em metros quadrados;
- V = velocidade, em metros por segundo.

Em sequência, determinou-se a perda de carga unitária, pela fórmula de Fair-Whipple-Hsiao:

$$\Delta H = 0,008695 * \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} * Lt$$

Onde:

- ΔH = perda de carga unitária;
- Q = vazão, em metros cúbicos por segundo;
- D = diâmetro interno, em metros;
- Lt = comprimento total do trecho.

Com a utilização da tabela a seguir, foi possível contabilizar todos os comprimentos equivalentes produzidos pelas singularidades (Figura 74):

Figura 73. Comprimentos equivalentes para PCV soldável

Tabela de comprimentos equivalentes em metros de canalização, para cálculo das perdas de carga localizadas.											
CONEXÃO	Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização										
	Material	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	
Curva 90°	PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9	
	Metal	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1	
Curva 45°	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	
	Metal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	
Joelho 90°	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9	
	Metal	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2	
Joelho 45°	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5	
	Metal	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9	
Tê de passagem direta	PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3	
	Metal	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7	
Tê de saída lateral	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0	
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	
Tê de saída bilateral	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0	
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	
União	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25	
	Metal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	
Saída de canalização	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9	
	Metal	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	
Luva de redução (")	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2	
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71	0,78	0,9	1,07	
Registro de gaveta ou esfera aberto	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	
	Metal	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	
Registro de globo aberto	Metal	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0	
Registro de ângulo aberto	Metal	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0	
Válvula de pé com crivo	PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8	37,4	
	Metal	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	23,0	30,0	
Válvula de Retenção	Horizontal	Metal	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	6,4	10,4
	Vertical	Metal	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1

Fonte: Motobombas Schneider (2021)

Com todo o sistema modelado, foi possível determinar a perda de carga por comprimento de tubo e conexões. Para determinar o diâmetro e verificar a pressão para as instalações de água fria e quente, optou-se por dimensionar apenas o trecho mais crítico (trecho que abastece os dois banheiros do 1º pavimento).

Dessa maneira, deve-se ter em mente que, para o cálculo correto, deve-se considerar todas as peças hidrossanitárias que a prumada irá alimentar. Assim, vale destacar que o sistema é composto por bacia sanitária, ducha higienica, chuveiro com misturador e lavatório (o esquema mais detalhado com os pontos pode ser visto no projeto executivo – Anexo A).

Sendo assim, dadas as tabelas já apresentadas e seguindo-se o cálculo conforme prescrito em norma, o dimensionamento da água fria e quente estão apresentados nas tabelas a seguir (Tabelas 6 e 7) e nas Figuras 75 e 76 estão os trechos considerados para o cálculo.

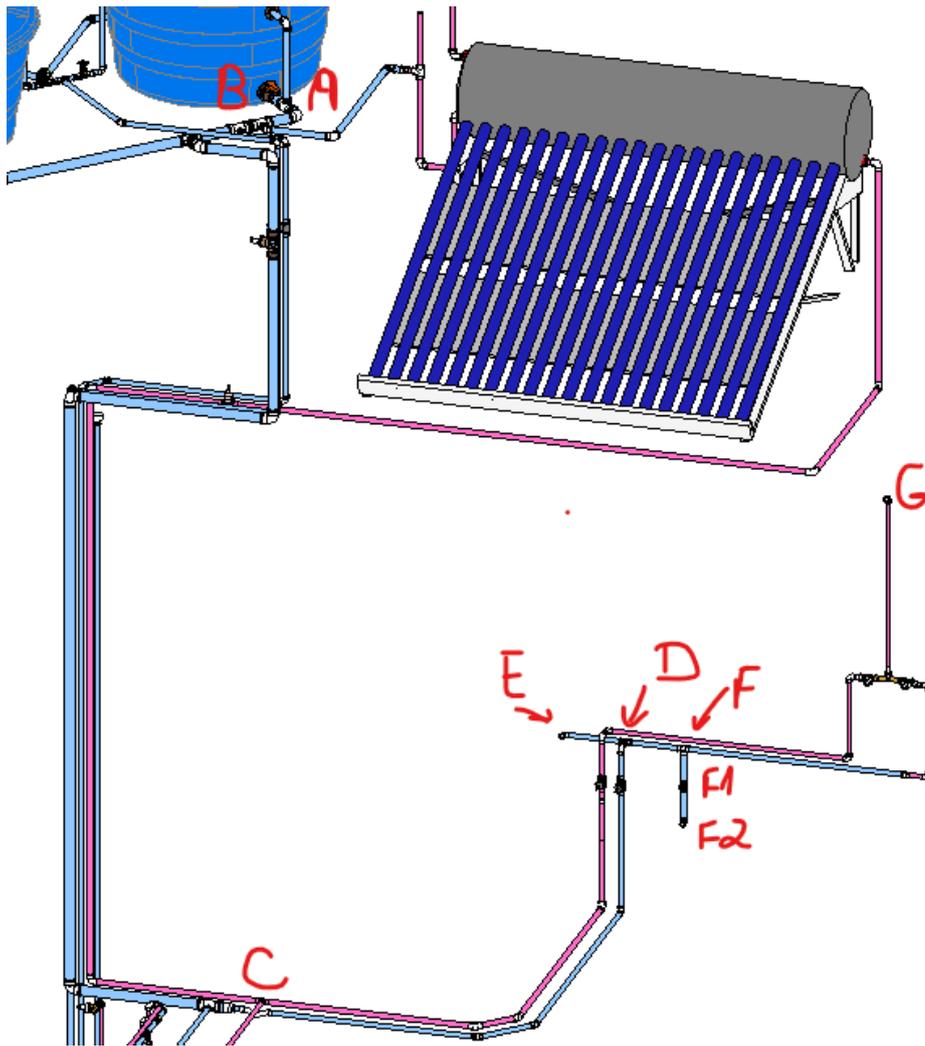
Tabela 7. Dimensionamento do sistema de água fria

Verificação de pressão									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Locais críticos	Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Vazão estimada	DN Adotado	Diâm interno	Área interna da tubulação	Veloc.	Comp. real da tubulação
			L/s	m³/s	m	mm	m²	m/s	m
WC Último Pav	F-G	0,4	0,18974	0,00019	25	21,6	0,000366435	0,52	2,53
	F1-F2	0,3	0,16432	0,00016	25	21,6	0,000366435	0,45	0,2
	F-F1	0,4	0,18974	0,00019	25	21,6	0,000366435	0,52	0,2
	D-F	0,8	0,26833	0,00027	25	21,6	0,000366435	0,73	0,5
	D-E	0,3	0,16432	0,00016	25	21,6	0,000366435	0,45	0,05
	C-D	1,1	0,31464	0,00031	25	21,6	0,000366435	0,86	2,75
	B-C	2,2	0,44497	0,00044	50	44	0,001520531	0,29	6,8
A-B	3,6	0,56921	0,00057	50	44	0,001520531	0,37	0,98	

Verificação de pressão									
		10	11	12	13	14	15	16	17
Locais críticos	Trecho	Comp. equivalente (conexões)	Comprimento total	Perda de carga unitária	Perda na tubulação	Perda nas conexões	Perda total	Diferença de cota	Pressão disponível residual
		m	m	m/m	mca	mca	mca	m	mca
WC Último Pav	F-G	3,2	5,73	0,021733	0,055	0,070	0,125	-1,48	1,774
	F1-F2	1,2	1,4	0,016897	0,003	0,020	0,024	0,20	3,733
	F-F1	0,8	1	0,021733	0,004	0,017	0,022	0,20	3,556
	D-F	1,6	2,1	0,039859	0,020	0,064	0,084	0,00	3,378
	D-E	0,8	0,85	0,016897	0,001	0,014	0,014	0,00	3,448
	C-D	2,2	4,95	0,052668	0,145	0,116	0,261	-0,78	3,462
	B-C	7,3	14,1	0,003290	0,022	0,024	0,046	4,56	4,503
A-B	1,2	2,18	0,005062	0,005	0,006	0,011	0,00	-0,011	

Fonte: Autor (2021)

Figura 74. Trechos – dimensionamento de água fria



Fonte: Autor (2021)

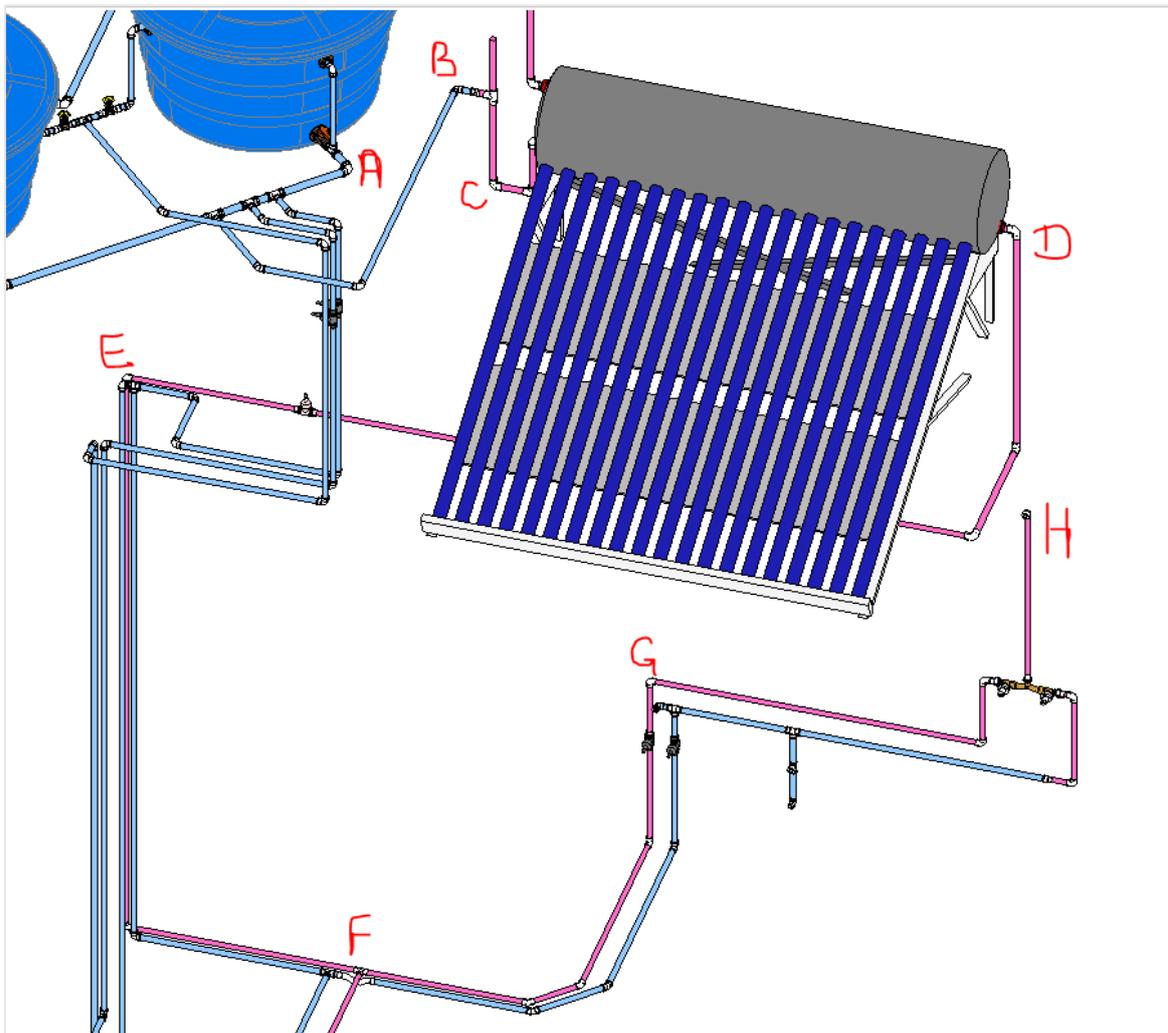
Tabela 8. Dimensionamento do sistema de água quente

Verificação de pressão									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Locais críticos	Trecho	Soma dos pesos	Vazão estimada	Vazão estimada	DN Adotado	Diâm interno	Área interna da tubulação	Veloc.	Comp. real da tubulação
			L/s	m³/s	m	mm	m²	m/s	m
WC Último Pav	A-B	0,8	0,26833	0,00027	32	27,8	0,00060699	0,44	2,77
	B-C	0,8	0,26833	0,00027	28	23	0,00041548	0,65	0,48
	C-D	0,8	0,26833	0,00027	28	23	0,00041548	0,65	2,41
	D-E	0,8	0,26833	0,00027	28	23	0,00041548	0,65	5,55
	E-F	0,8	0,26833	0,00027	28	23	0,00041548	0,65	4,14
	F-G	0,4	0,18974	0,00019	28	23	0,00041548	0,46	2,84
	G-H	0,4	0,18974	0,00019	22	18	0,00025447	0,75	2,73

Verificação de pressão									
	1	10	11	12	13	14	15	16	17
Locais críticos	Trecho	Comp. equivalente (conexões)	Comprimento total	Perda de carga unitária	Perda na tubulação	Perda nas conexões	Perda total	Diferença de cota	Pressão disponível residual
		m	m	m/m	mca	mca	mca	m	mca
WC Último Pav	A-B	4,9	7,67	0,012022	0,033	0,059	0,092	0,00	-0,092
	B-C	4,4	4,88	0,029579	0,014	0,130	0,144	0,50	0,263
	C-D	3,6	6,01	0,029579	0,071	0,106	0,178	-0,50	-0,414
	D-E	2,4	5,55	0,029579	0,164	0,071	0,235	1,20	0,551
	E-F	2,4	4,14	0,029579	0,122	0,071	0,193	3,00	3,357
	F-G	3,22	2,84	0,016128	0,046	0,052	0,098	-0,90	2,359
	G-H	4,8	2,73	0,051670	0,141	0,248	0,389	-1,20	0,770

Fonte: Autor (2021)

Figura 75. Trechos - dimensionamento de água quente



Fonte: Autor (2021)

Em atendimento às exigências normativas, verificou-se que a pressão no chuveiro para o sistema de água fria atende ao mínimo exigido de 1mca. Porém, para o sistema de água quente, a pressão, dados os diâmetros escolhidos, está insuficiente, chegando apenas a 0,7mca.

Assim, para atendimento ao que norma determina, optou-se por instalar uma pressurizadora modelo *Bomba pressurizadora RW 9 mini Revestimento cerâmico Rowa 220V*.

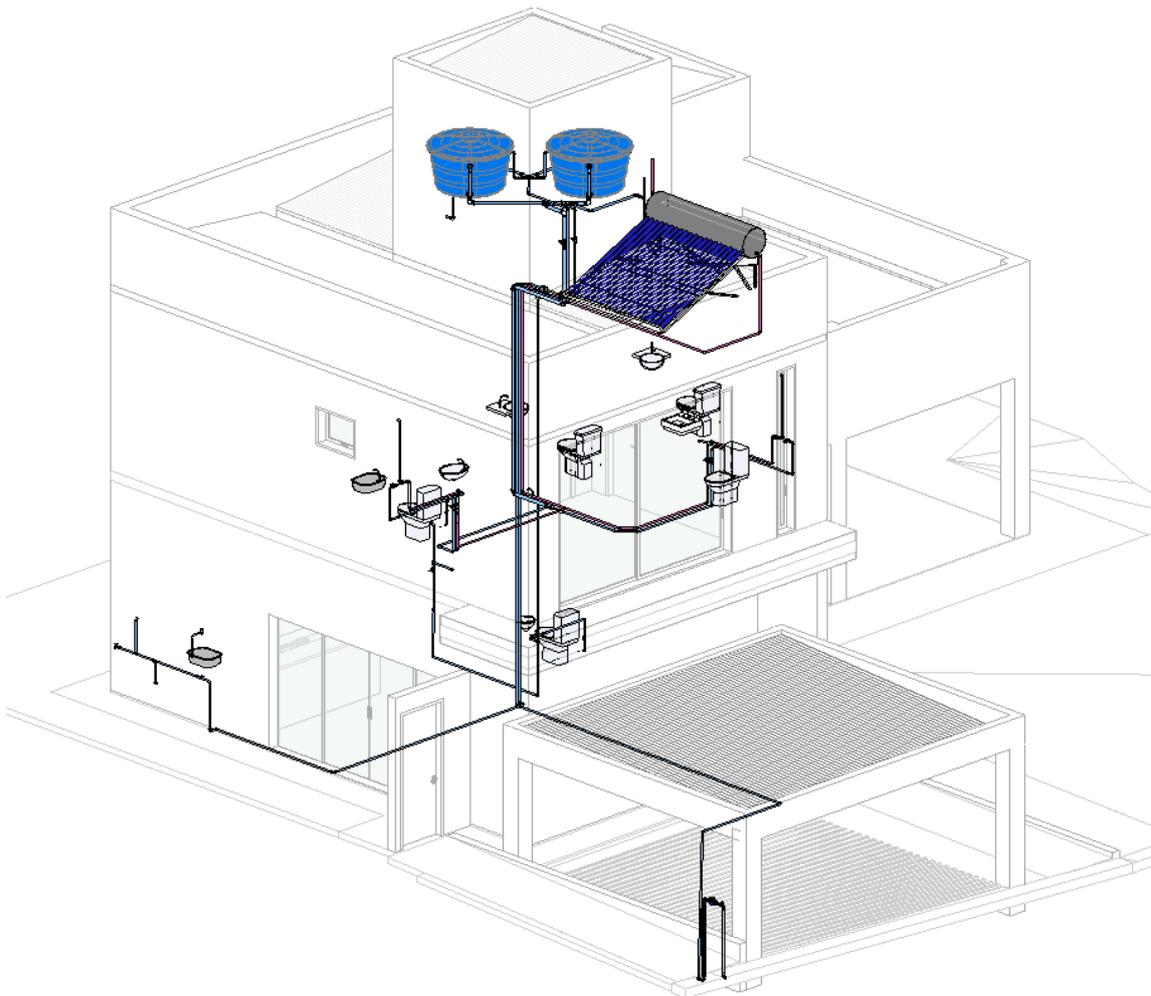
Um detalhe importante no sistema de água quente que vale a pena destacar é que na concepção do projeto, observa-se que a chegada da tubulação no misturador deve ser feita

por ambos os lados com a tubulação de CPVC, isto é, tubulação resistente a temperaturas maiores. Por isso, observa-se que há uma conexão de transição entre água fria e quente e depois a tubulação de CPVC até o misturador.

Esse método é utilizado pois, se houver vazamento de água quente no registro para quaisquer dos lados do misturador, o trecho fica protegido de problemas como o derretimento do tubo de pvc e o vazamento de água, causando infiltrações que podem ocasionar o deslocamento de azulejos, por exemplo.

Em suma, o sistema completo de água fria e quente está ilustrado na Figura 77, sendo todo o detalhamento hidráulico contemplado na prancha do projeto executivo (Anexo A).

Figura 76. Sistema final de água fria e quente no *software* Revit



Fonte: Modelo 3D do projeto de instalações de Água Fria e Quente (2021)

4.6 CRIAÇÃO DAS PRANCHAS

Com o projeto hidrossanitário finalizado e dimensionado e compatibilizado entre as disciplinas de água fria, esgoto e pluvial, foi possível montar a prancha de detalhamento do projeto executivo.

Nesse sentido, buscou-se apresentar todas as informações pertinentes ao projeto, apresentação de detalhes construtivos, além dos dados de dimensionamento que devem conter em um projeto executivo completo, como o consumo dos reservatórios, potência de bombas (se for o caso), por exemplo.

A prancha final se encontra em anexo (Anexo A) a esse trabalho, sendo composta pelas plantas baixas, isométricos, detalhes de instalação do sistema hidrossanitário e tabelas de quantitativos geradas no próprio *software* da Autodesk em que se realizou a modelagem (REVIT).

A dimensão da folha adotada como padrão é a A0, conforme padrões da ANBT NBR 10068:1987 que trata das folhas de desenho, *layout* e dimensões.

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista que há ainda várias etapas a serem percorridas para a implantação do BIM, em larga escala, torna-se importante haver esforços no sentido de mostrar as vantagens e também os desafios que se impõem à medida que tal tecnologia passa a ser utilizada.

Portanto, neste trabalho, busou-se explorar o uso do BIM em projetos hidrossanitários, realizando o projeto completo em um *software* de modelagem, mostrando qual o real ganho de celeridade na tarefa de dimensionar, planejar e coordenar não só os aspectos relativos à disciplina em questão, mas também aqueles concernentes à compatibilização de todos os projetos.

Percebeu-se que, de fato, é possível haver ganhos de produtividade, como mostrado, por exemplo, na validação do tipo de sistema de aquecimento solar, ou quando da necessidade de se analisar o caminhamento das tubulações, conforme apresentado ao longo do trabalho. Esses pontos só puderam ser percebidos porque houve uma interligação entre os projetos arquitetônico e hidrossanitário, em um ambiente tridimensional. Antecipadamente, pôde-se perceber problemas que talvez só fossem ser identificados em etapas futuras.

O *modus operandi* mostra-se bastante avançado em relação aos projetos desenvolvidos em CAD, já que há mais ferramentas de aceleração do processo de modelagem, por exemplo, quando deseja-se fazer um corte, ou uma vista isométrica do projeto. Outro aspecto muito facilitado é com relação à geração dos quantitativos, que são, quase que instantaneamente, elaborados, de forma bastante precisa, o que além de tudo, ainda diminui a margem de erro em permite um orçamento mais realista, seguro e econômico.

Por fim, ressalta-se a importância de haver mais profissionais envolvidos com a disseminação de sistemas BIM, pois é necessário que haja cooperação entre as várias áreas envolvidas no projeto. Percebe-se ao, longo do desenvolvimento deste trabalho, que quanto mais os autores dos projetos estiverem envolvidos, melhor é o resultado final, já que todos podem estar conectados a extamente um mesmo projeto.

REFERÊNCIAS

EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre, 2014.

DURANTE, F. K. O uso da metodologia BIM (Building Information Modeling) para gerenciamento de projetos. 2013. 119 pág. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2013.

FABRÍCIO, M. M.; BAÍA, J. L.; MELHADO, S. B. Estudo da Seqüência de etapas do projeto na construção de edifícios: Cenário e perspectivas. Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP'98: A engenharia de produção e o futuro do trabalho. Anais em CD-ROM: UFF/ABEPRO, Niterói, 1998.

CAMPESTRINI, F. T. et al. **Entendendo o BIM.** 1ª Edição. Versão 1.0. Curitiba, 2015.

NARDELLI, E. S.; TONSO, G. T. BIM - Barreiras Institucionais para a sua implantação no Brasil. SIGRADI 2014 - XVIII Congresso de la Sociedad Iberoamericana de Gáfica Digital. Volume 1. Número 8. Brasil, 2014.

EASTMAN, C. M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R. e LISTON, K. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken: Wiley, 2008, 490 p.

MASOTTI, L. F. S. Análise da Implementação e do Impacto do BIM no Brasil. 2014. 79 pág. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

BRASIL. Decreto n. 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* e institui o Comitê Gestor da Estratégia do *Building Information Modelling*. Diário Oficial da União, Rio de Janeiro.

BRASIL. Decreto n. 10.306, de 2 de abril de 2020. Utilização do *Building Information Modelling* – BIM na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia, realizada pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal. *Diário Oficial da União*, Rio de Janeiro.

TEIXEIRA, J. D. Compatibilização De Projetos Através Da Modelagem 3D Com Uso De Software Em Plataforma Bim. Universidade Federal De Santa Catarina. Florianópolis. 2016.

BURGARDT, Lilian; KINDLE, Mariana; REIS, Pâmela. Como o BIM impacta cada agente do setor da construção: Modelagem da informação da construção impacta todos os agentes da cadeia. 2011. PINI. Disponível em: <construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/artigo282478-1.aspx.> Acesso em: 16 set 2016.

FISCHER, M.; KUNZ, J. The Scope and Role of Information Technology in Construction. Relatório Técnico nº 156 do Center for Integrated Facility Engineering da Universidade de Stanford, Califórnia, 2004. Disponível em <http://cife.stanford.edu/sites/default/files/TR156.pdf>. Acesso em out/2021.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). Processo de Projeto BIM. Coletânea Guias BIM ABDI-MDIC. Vol. 1. 82 p. Brasília, 2017.

ANDRADE, M. L. V.; RUSCHEL, R. C. Interoperabilidade de aplicativos BIM usados em arquitetura por meio do formato IFC. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. Vol. 4. Campinas, 2009.

KHEMLANI, L. Top criteria for BIM solutions: AECbytes Survey Results. AECbytes, 10 out. 2007. Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/feature/2007/BIMSurveyReport.html>>. Acesso em: 29 out. 2008.

FERREIRA, S. Da Engenharia Simultânea ao Modelo de Informação de Construção (BIM): Contribuição das Ferramentas ao Processo de Projeto e Produção e Vice-Versa. In: VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de

Edifícios, 2007. Curitiba - PR. VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios: 2007.

JACOSKI, Cláudio Alcides. Integração e Interoperabilidade em Projetos de Edificações: Uma Implementação com IFC/XML. 2003. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MARSICO, M. L. Aplicação de BIM na compatibilização de projetos de edificações. Revista Iberoamericana de Engenharia Industrial (IJIE). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

BARROS, F. C., MELO, H. C. Estudo sobre os benefícios do BIM na interoperabilidade de projetos. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 8, n. 1, p. 74-91, jan. 2020.

ONUMA PLANNING SYSTEM (OPS). ONUMA, 16 fev. 2008. Disponível em: <<http://onuma.com/products/OnumaPlanningSystem.php>>. Acesso em: out. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro, 2000.

BARROSO, A. FF. SOLUTIONS, 2017. Dica de produtividade: Técnicas para detecção de interferências no Navisworks. Disponível em: <<https://www.frazillio.com.br/navisworks-manage/>>. Acesso em: out. 2021.

PICCHI, F. A. Gestão do Processo de Projeto na Construção do Edifício – revisão 1. Apostila. GEPARQ – Grupo de Pesquisa Gestão em Projetos de Arquitetura, Programa de Pós Graduação em Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2007.

SOIBELMAN, L. As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle. 1993. 12 pág. Dissertação (tese de mestrado em Engenharia Civil), 1993.

JÚNIOR, C. A importância das fôrmas para a qualidade da obra. TOR Engenharia, 2000.

Disponível em: <http://www.tqs.com.br/jornal/consulta/entrevistas/ent_clelio.htm>. Acesso em: out. 2021.

SCHEER, S.; AYRES FILHO, C. G. **Abordando a BIM em níveis de modelagem**. Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído – IX Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2009.

EASTMAN, C. M. General purpose building description systems. *Computer-Aided Design*. V.8, n.1. 1976. P. 17-26. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/00104485>>. Acessado em: out. 2021.

IBRAHIM, M.; KRAWCZYK, R. e SCHIPPOREIT, G. Two Approaches to BIM: A Comparative Study. 2004, Copenhagen. p. 610-616. Disponível em: <http://cumincad.scix.net/cgi-bin/works/Show?2004_610>. Acessado em: out.2021.

Plataforma BIM BR. **Biblioteca Nacional BIM**. Disponível em: <<https://plataformabimbr.abdi.com.br/bimBr/#/objetos>>. Acesso em: out. 2021.

TEIXEIRA, Juliano Domingos. Compatibilização de projetos através da modelagem 3D com uso de software em plataforma BIM. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2016.

BIMZEIRO. Revit para Projeto Hidráulico. Disponível em: < Revit Para Projeto Hidráulico (bimzeiro.com)>. Acesso em: out. 2021.

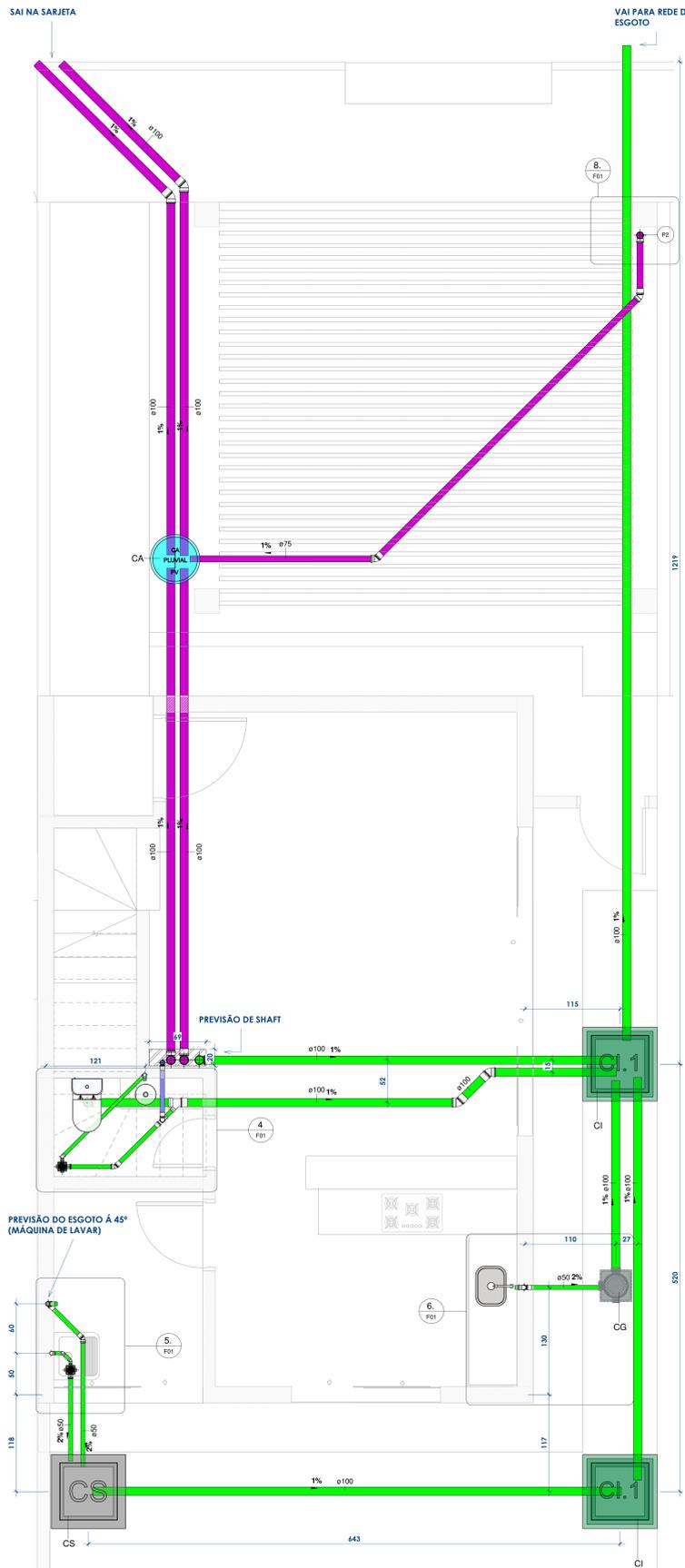
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

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

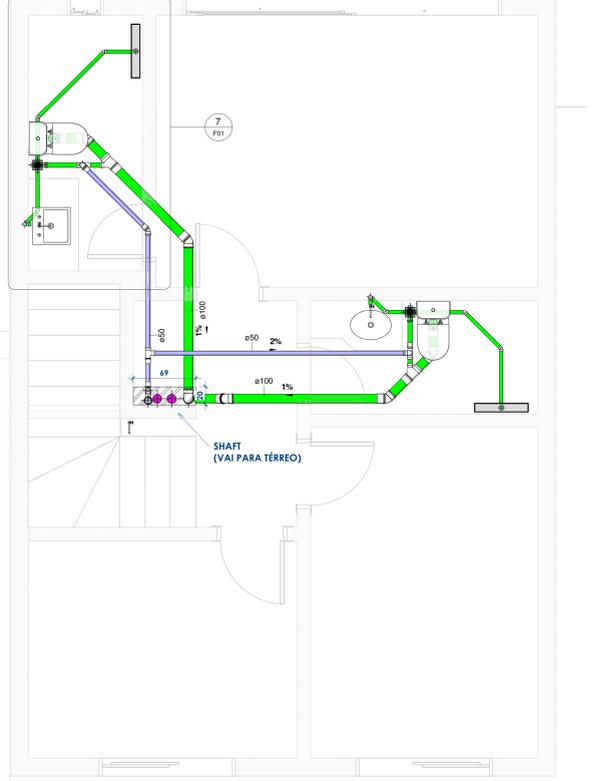
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

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

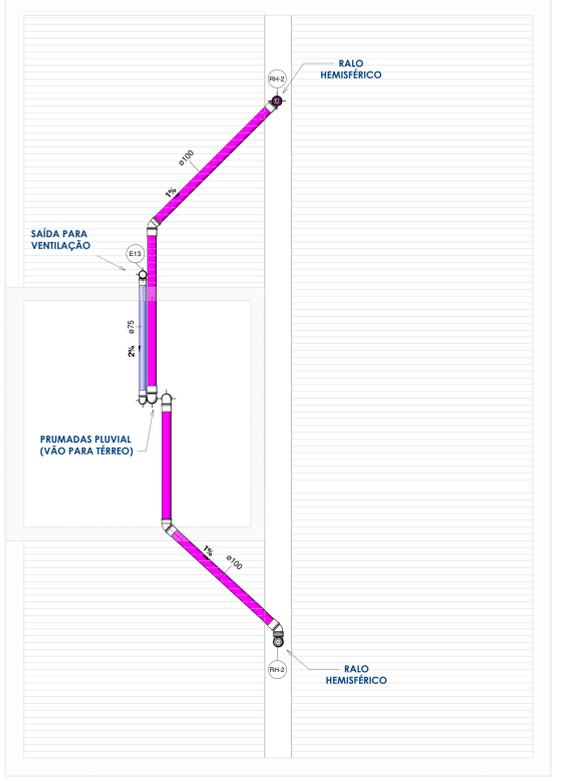
ANEXO A
PRANCHAS



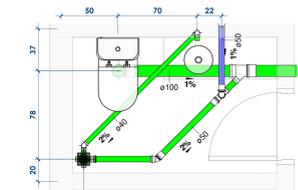
1 PLANTA BAIXA - TÉRREO
1 : 25



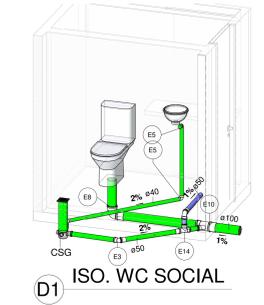
2 PLANTA BAIXA - 1º PAV.
1 : 25



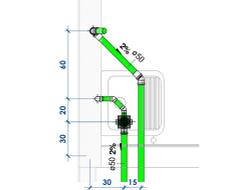
3 BARRILETE
1 : 25



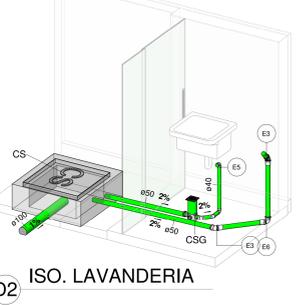
4 WC SOCIAL TÉRREO
1 : 20



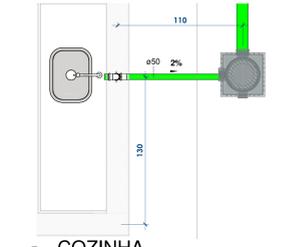
D1 ISO. WC SOCIAL



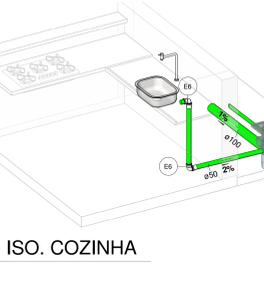
5 LAVANDERIA
1 : 20



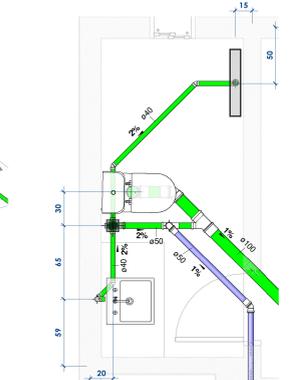
D2 ISO. LAVANDERIA



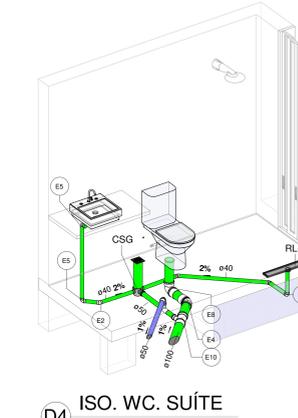
6 COZINHA
1 : 20



D3 ISO. COZINHA

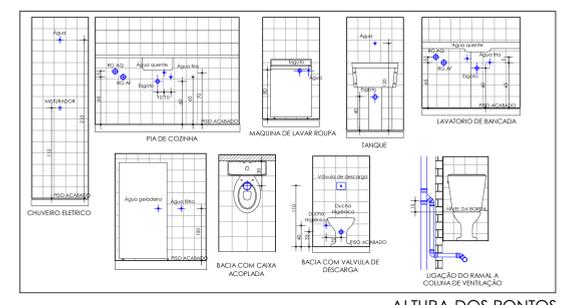
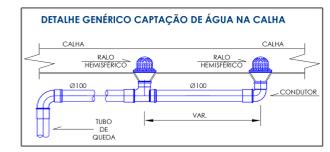
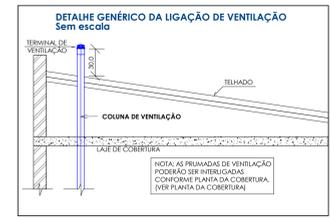


7 WC SUÍTE
1 : 20



D4 ISO. WC. SUÍTE

CONCEPÇÕES SEMELHANTES PARA O WC SUÍTE E O WC SOCIAL DO 1 PAVIMENTO.



ALTURA DOS PONTOS

QUANTITATIVO-EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS ESGOTO				
Leg.:	Hidráulica:	Sistema:	Descrição	Qtde
CG	ESGOTO		Caixa de Gordura Simples com Tampa e Prolongador. Esgoto - TIGRE	1
CS	ESGOTO		Caixa de gordura com tampa removível. 600 x 600mm	1
CI	ESGOTO		Caixa de Inspeção, com tampa removível. 60 x 60cm	2
CSG	ESGOTO		Caixa Sifonada com Grelha e Porta Grelha Quadradas 100 x 100 x 50mm. Esgoto - TIGRE	4
PL	ESGOTO		Prolongador com entrada DN50. Esgoto - TIGRE	1
RL-O	ESGOTO		Raio linear oculto 1x60 cm. Linha smart. ELLEVE	2

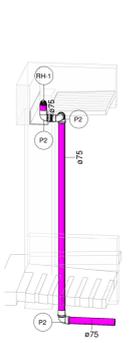
QUANTITATIVO-EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS				
Leg.:	Hidráulica:	Sistema:	Descrição	Qtde
CA	PLUVIAL		Caixa de passagem pluvial 460mm	1

QUANTITATIVO-CONEXÕES ESGOTO					
n	Hidráulica:	Sistema:	Descrição do Material	DIMENSÃO	Quantidade
E1	ESGOTO		Anel de Banacha, DN50mm, para linha de PVC Rígida Branca Série Normal, conforme NBR 5688		4
E2	ESGOTO		Joelho 45° Adm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40	8
E3	ESGOTO		Joelho 45° 50mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø50	5
E4	ESGOTO		Joelho 45° 100mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	12
E5	ESGOTO		Joelho 90° 40mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø40-Ø40	7
E6	ESGOTO		Joelho 90° 50mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø50	8
E7	ESGOTO		Joelho 90° 75mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø75-Ø75	2
E8	ESGOTO		Joelho 90° 100mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	5
E9	ESGOTO		Junção Simples 75 x 50mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø75-Ø75-Ø50	1
E10	ESGOTO		Junção Simples 100 x 50mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100-Ø50	3
E11	ESGOTO		Junção Simples 100 x 100mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100-Ø100	1
E12	ESGOTO		Redução Excêntrica 75x50mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø75-Ø50	1
E13	ESGOTO		Terminal de Ventilação - Série Normal - Esgoto - MEP - Tigre	Ø75	1
E14	ESGOTO		16 50 x 50mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø5	4

QUANTITATIVO-CONEXÕES PLUVIAL					
n	Hidráulica:	Sistema:	Descrição do Material	DIMENSÃO	Quantidade
P1	PLUVIAL		Joelho 45° 75mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø75-Ø75	2
P1	PLUVIAL		Joelho 45° 100mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	5
P2	PLUVIAL		Joelho 90° 75mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø75-Ø75	4
P2	PLUVIAL		Joelho 90° 100mm. Esgoto Série Normal - TIGRE	Ø100-Ø100	6
RH-1	PLUVIAL		Raio hemisférico	Ø75	1
RH-2	PLUVIAL		Raio hemisférico	Ø100	2



8 DET. DESCIDA CALHA
1 : 12



D5 ISO. DESCIDA CALHA

QUANTITATIVO-TUBULAÇÕES ESGOTO				
Sistema	Descrição	Tamanho	Qtde	
ESGOTO	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø40	10,20 m	
ESGOTO	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø50	19,76 m	
ESGOTO	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø75	4,21 m	
ESGOTO	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø100	48,38 m	

QUANTITATIVO-TUBULAÇÕES PLUVIAL				
Sistema	Descrição	Tamanho	Qtde	
PLUVIAL	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø75	9,79 m	
PLUVIAL	Tubo PVC rígido, cor branca, linha Esgoto Série Normal - Tigre	Ø100	44,83 m	

LEGENDA DE CORES	
ESGOTO SÉRIE NORMAL	ESGOTO VENTILAÇÃO
ÁGUA FRIA - PVC SOLDÁVEL	ÁGUA FRIA - AÇO GALVANIZADO
ÁGUA QUENTE - CPVC SOLDÁVEL	

QUADRO DE ÁREAS (m²)	
PAVIMENTO INTERIOR	COBERTA FECHADA: 51,40m²
PAVIMENTO INTERIOR	COBERTA ABERTA: 28,00m²
PAVIMENTO SUPERIOR	COBERTA FECHADA: 47,54m²
PAVIMENTO SUPERIOR	BARRILETE: 19,55m²
TOTAL SOBRADO:	147,09m²
147,09m² X 33 SOBRADOS:	4.853,97m²

Registro de vida útil das instalações
As instalações hidráulicas possuem vida útil de projeto (VUP) = 20 anos, com nível mínimo de desempenho, de acordo com a NBR 15075 (Norma de Desempenho) desde que atendas aos requisitos de materiais e manutenção.

Tabela de revisão	
Data de rev.	Nº da rev.
11/11/2021	01

- NOTAS:
- Os diâmetros apresentados em projeto são comerciais dos fabricantes e estão indicados em milímetros.
 - Todas as cotas em projeto estão em centímetros, exceto quando indicado.
 - Recomendamos que as tubulações e suas respectivas conexões sejam comparadas do mesmo fabricante para evitar incompatibilidades.
 - As medidas citadas no projeto são sugestivas, podem ser substituídas por similares.
 - Proibido usar fogo na tubulação.
 - Este projeto deverá ser aprovado junto ao concessionário local.
 - Deverá conter no manual do proprietário, o plano de manutenção e limpeza nas instalações hidráulicas com NBR 5688 e NBR 10884.
 - Todas as tubulações representadas em projeto deverão ser aprovadas pelo projeto e executadas.
 - Este projeto foi desenvolvido utilizando o software AutoCAD.

PROJETO EXECUTIVO
SOBRADOS UBERLÂNDIA

LETÍCIA GIAMARUSTI DOS SANTOS
leticia.giamarusti.eng@gmail.com.br

TÍTULO: PROJETO HIDROSSANITÁRIO - CASA TIPO - MODELO 01

PROPRIETÁRIO: SOBRADOS UBERLÂNDIA

ENDEREÇO: UBERLÂNDIA - MG

LOCAL: CASA - MODELO 01

DATA: 01/11/2021

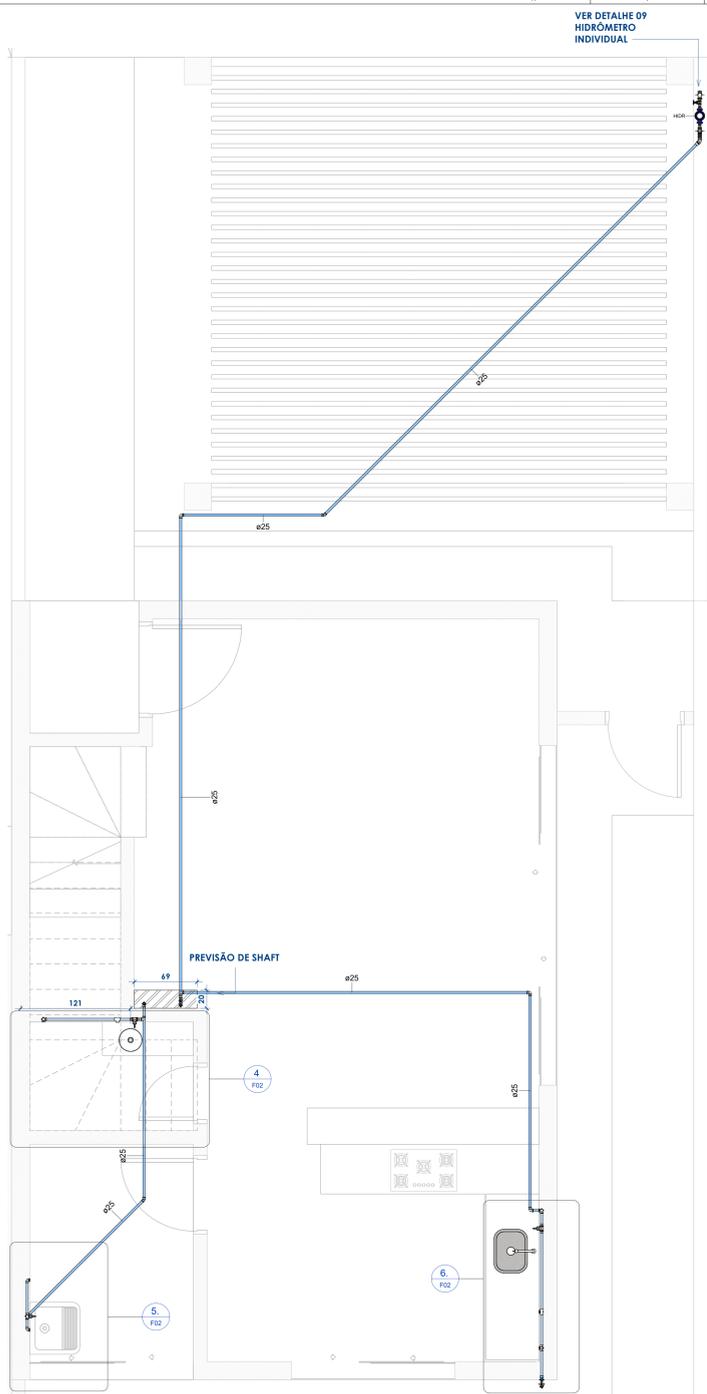
PROJETO: LETÍCIA GIAMARUSTI DOS SANTOS

COORDENADOR: ANDRÉ OLIVEIRA

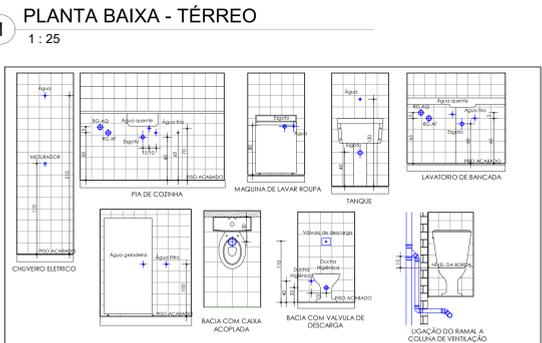
REVISÃO: Como indicado

REVISOR: RD

FOLHA: F01 / 02



2 PLANTA BAIXA - 1º PAV.
1 : 25



1 PLANTA BAIXA - TÉRREO
1 : 25

4 WC SOCIAL TÉRREO
1 : 20

D1 ISO. WC SOCIAL

5 LAVANDERIA
1 : 20

D2 ISO. LAVANDERIA

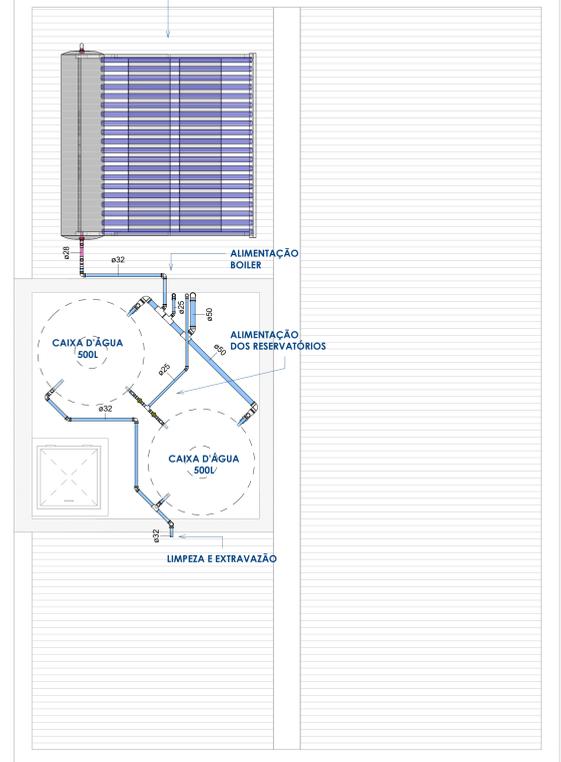
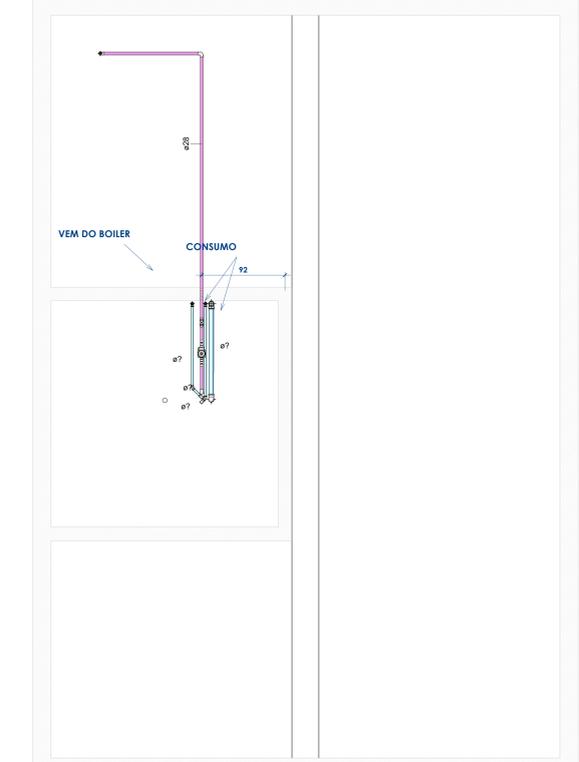
6 COZINHA
1 : 20

D3 ISO. COZINHA

7 WC SUÍTE
1 : 20

6 ISO. WC. SUÍTE

8 ISO. RESERVATÓRIOS



5 COBERTURA / RESERV.
1 : 25

QUANTITATIVO-EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

n	Descrição	Qtde
CA	Caixa d'água com tampa 500 litros	2
CS	Caixa de passagem de esgoto inclinado	1
TS	Tampa para Caixa d'água 500 litros RT, Água Fria - TIGRE	2
TB	Torneira Bola para Caixa d'água 1/2", Água Fria - TIGRE	2
TJ	Torneira para jardim 1 1/2" 1/2" e 3/4", Perfluoro - DocaStandard	1

QUANTITATIVO-EQUIPAMENTO MECÂNICO

Modelo	Quant
Bomba pressurizadora RW 9 mini Revestimento cerâmica Rowa 220V	1

QUANTITATIVO-CONEXÕES ÁGUA

n	Sistema	Descrição do Material	DIMENSÃO	Qtd
A1	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'água 25mm, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		6
A2	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'água 32mm, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		2
A3	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'água 25mm, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		2
A4	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'água com Registro 40mm, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		2
A5	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável com Anel para Caixa d'água com Registro 50mm, PVC Branco, Água Fria - TIGRE		2
A6	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável Curto com Bola e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25	5
A7	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável Curto com Bola e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32	1
A8	ÁGUA FRIA	Adaptador Soldável Curto com Bola e Rosca para Registro, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50	2
A9	ÁGUA FRIA	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25	2
A10	ÁGUA FRIA	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø22	1
A11	ÁGUA FRIA	Bucha de Redução Soldável Curta, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø25	1
A12	ÁGUA FRIA	Bucha de Redução Soldável Longa 330mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø25	2
A13	ÁGUA FRIA	Cavetele Hidrômetro-Cotovelo 90° 50mm aço galvanizado	Ø25-Ø25	4
A14	ÁGUA FRIA	Curva de Transição Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25	1
A15	ÁGUA FRIA	Joelho 45, 90 - Água Fria, Soldável - MEP - Tigre	Ø25-Ø25	38
A16	ÁGUA FRIA	Joelho 45, 90 - Água Fria, Soldável - MEP - Tigre	Ø32-Ø32	12
A17	ÁGUA FRIA	Joelho 45, 90 - Água Fria, Soldável - MEP - Tigre	Ø50-Ø50	7
A18	ÁGUA FRIA	Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão, DN 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø20	1
A19	ÁGUA FRIA	Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão, DN 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø20	8
A20	ÁGUA FRIA	Luva Soldável e com Bucha de Latão, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø20	1
A21	ÁGUA FRIA	Niple duplo de Aço galvanizado Ø25	Ø25-Ø25	1
A22	ÁGUA FRIA	Parca de virada	Ø25-Ø25	2
A23	ÁGUA FRIA	Tubo em T latão	Ø25-Ø25	2
A24	ÁGUA FRIA	Tê Soldável com Bucha de Latão na Borda Central 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25-Ø2	3
A25	ÁGUA FRIA	Tê Soldável com Bucha de Latão na Borda Central 25 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25-Ø2	5
A26	ÁGUA FRIA	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø25-Ø25-Ø2	9
A27	ÁGUA FRIA	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32-Ø2	2
A28	ÁGUA FRIA	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø32-Ø32-Ø3	1
A29	ÁGUA FRIA	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø2	2
A30	ÁGUA FRIA	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø3	3
A31	ÁGUA FRIA	Tê Soldável, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Ø50-Ø50-Ø5	1
A32	ÁGUA QUENTE	Bucha de Redução Aquatherm®, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø28-Ø22	4
A33	ÁGUA QUENTE	Conector Aquatherm®, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø22-Ø20	2
A34	ÁGUA QUENTE	Conector Aquatherm®, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø22-Ø22	2
A35	ÁGUA QUENTE	Conector Aquatherm®, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø25-Ø22	2
A36	ÁGUA QUENTE	Joelho 45, 90 - Aquatherm - Água Quente - MEP - Tigre	Ø22-Ø22	14
A37	ÁGUA QUENTE	Joelho 45, 90 - Aquatherm - Água Quente - MEP - Tigre	Ø28-Ø28	12
A38	ÁGUA QUENTE	Joelho 90° de Transição Aquatherm®, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø22-Ø20	2
A39	ÁGUA QUENTE	Luva de Transição Aquatherm® X Soldável, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø25-Ø22	1
A40	ÁGUA QUENTE	Luva de Transição Aquatherm® X Soldável, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø32-Ø28	1
A41	ÁGUA QUENTE	Luva de Transição Aquatherm® X Soldável, CPVC, Água Quente - TIGRE	Ø32-Ø28	2
A42	ÁGUA QUENTE	Te_Redução - Aquatherm - Água Quente - MEP - Tigre	Ø22-Ø22-Ø2	1
A43	ÁGUA QUENTE	Te_Redução - Aquatherm - Água Quente - MEP - Tigre	Ø28-Ø28-Ø2	1

QUANTITATIVO-REGISTROS E VÁLVULAS

Leg	Descrição	Diâmetro	Qtd
HDR	Hidrômetro Unifixo 3/4" - LAO	Ø25-Ø25	1
MT	Misturador DBC para chuveiro G 3/4" ou Ø 22 (soldável) - DocaBásicos	Ø25-Ø25	2
RG-1	Registro de gaveta ABNT 3/4" - DocaBásicos	Ø25-Ø25	3
RG-2	Registro de Gaveta PVC 1/2" Deca	Ø25-Ø50	1
RG-3	Registro de Gaveta PVC 25mm, Base Fácil Deca	Ø25-Ø25	6
RG-4	Base Registro de Gaveta PVC 25mm, Base Fácil Deca	Ø22-Ø22	3

QUANTITATIVO-TUBULAÇÕES RÍGIDAS

Sistema	Descrição	Tamanho	Qtd
ÁGUA QUENTE	tubo CPVC rígido, cor branca, linha Aquatherm - Tigre	Ø22	9,54 m
ÁGUA QUENTE	tubo CPVC rígido, cor branca, linha Aquatherm - Tigre	Ø28	15,08 m
ÁGUA FRIA	tubo de PVC Rígido Soldável Marrom	Ø25	68,15 m
ÁGUA FRIA	tubo de PVC Rígido Soldável Marrom	Ø32	6,11 m
ÁGUA FRIA	tubo de PVC Rígido Soldável Marrom	Ø50	8,40 m
ÁGUA FRIA	tubo PVC rígido, cor branca, linha roscaável - Tigre	Ø25	2,30 m

QUADRO DE ÁREAS (m²):

MODELO 1 - 33 SOBRADOS

PAVIMENTO INFERIOR
 COBERTA FECHADA: 51,69m²
 COBERTA ABERTA: 28,00m²

PAVIMENTO SUPERIOR
 COBERTA FECHADA: 47,54m²
 BARRILETE: 19,95m²

TOTAL SOBRADO: 147,09m²

147,09m² X 33 SOBRADOS = 4.853,97m²

Registro de vida útil das instalações
 As instalações hidráulicas possuem vida útil de projeto (VUP) = 20 anos, com nível mínimo de desempenho, de acordo com a NBR 15575 (Norma de Desempenho) desde que atenda aos requisitos de materiais e manutenção.

O projeto atende as seguintes normas:
 NBR 910 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução.
 NBR 915 - Sistemas prediais de água fria quente - Projeto, execução, operação e manutenção.
 NBR 10841 - Instalações prediais de água pluvial.
 NBR 15575 - Norma de Desempenho.

Tabela de revisão

Data da rev.	Nº da rev.	Descrição da revisão
11/11/2021	01	EMISSÃO DO PROJETO EXECUTIVO

PROJETO EXECUTIVO
SOBRADOS UBERLÂNDIA

LETÍCIA GIAMARUSTI DOS SANTOS
 leticiagiamarusti@gmail.com.br

TÍTULO: PROJETO HIDROSANITÁRIO - CASA TIPO - MODELO 01

PROPRIETÁRIO: SOBRADOS UBERLÂNDIA

ENDEREÇO: UBERLÂNDIA, MG

LOCAL: CASA - MODELO 01

DATA: 01/11/2021

PROJETO: LETÍCIA GIAMARUSTI DOS SANTOS

COORDENADOR: ANDRÉ

FECHA: CONTEÚDO INDICADO

REVISÃO: R0

FOLHA: F02 / 02

CÁLCULO DO RESERVATÓRIO:

1. CONSUMO TOTAL DIÁRIO DA EDIFICAÇÃO (CD):
 Natureza da edificação: Residência unifamiliar
 Tipo de ocupação: 2 pessoas por quarto
 Informações: Sobrado com dois pavimentos, 3 quartos.
 CD = P x q, onde
 P = 6 a população ocupante da edificação = 6
 q = 6 o consumo per capita = 200
 CD = 47'200 x 200/1000

2. DIMENSIONAMENTO DOS RESERVATÓRIOS POR TORRE:
 RESERVATÓRIO SUPERIOR = (80% x CD) + 940 L - Adotado 2 caixas de 500 L

PADRÃO DE MEDIÇÃO - CLASSE I



PADRÃO DMAE

QUANTITATIVO DE MATERIAIS PARA O PADRÃO DMAE

Classe	Classe I	Classe II	Quantidade
1	1	1	1
2	2	2	2
3	3	3	3
4	4	4	4
5	5	5	5
6	6	6	6
7	7	7	7
8	8	8	8
9	9	9	9
10	10	10	10
11	11	11	11
12	12	12	12
13	13	13	13
14	14	14	14
15	15	15	15
16	16	16	16
17	17	17	17
18	18	18	18
19	19	19	19
20	20	20	20
21	21	21	21
22	22	22	22
23	23	23	23
24	24	24	24
25	25	25	25
26	26	26	26
27	27	27	27
28	28	28	28
29	29	29	29
30	30	30	30
31	31	31	31
32	32	32	32
33	33	33	33
34	34	34	34
35	35	35	35
36	36	36	36
37	37	37	37
38	38	38	38
39	39	39	39
40	40	40	40
41	41	41	41
42	42	42	42
43	43	43	43
44	44	44	44
45	45	45	45
46	46	46	46
47	47	47	47
48	48	48	48
49	49	49	49
50	50	50	50
51	51	51	51
52	52	52	52
53	53	53	53
54	54	54	54
55	55	55	55
56	56	56	56
57	57	57	57
58	58	58	58
59	59	59	59
60	60	60	60
61	61	61	61
62	62	62	62
63	63	63	63
64	64	64	64
65	65	65	65
66	66	66	66
67	67	67	67
68	68	68	68
69	69	69	69
70	70	70	70
71	71	71	71
72	72	72	72
73	73	73	73
74	74	74	74
75	75	75	75
76	76	76	76
77	77	77	77
78	78	78	78
79	79	79	79
80	80	80	80
81	81	81	81
82	82	82	82
83	83	83	83
84	84	84	84
85	85	85	85
86	86	86	86
87	87	87	87
88	88	88	88
89	89	89	89
90	90	90	90
91	91	91	91
92	92	92	92
93	93	93	93
94	94	94	94
95	95	95	95
96	96	96	96
97	97	97	97
98	98	98	98
99	99	99	99
100	100	100	100