



Matheus Alves Dariva

**Modelagem de Informação, concepção e compatibilização de projetos
de sistemas hidráulicos prediais utilizando tecnologia BIM.**

Matheus Alves Dariva

**Modelagem de Informação, concepção e compatibilização de projetos
de sistemas hidráulicos prediais utilizando tecnologia BIM.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
curso de Engenharia Civil da Universidade Federal
de Uberlândia como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheiro Civil.

Prof. Orientador: André Luiz de Oliveira

Matheus Alves Dariva

**Modelagem de Informação, concepção e compatibilização de projetos
de sistemas hidráulicos prediais utilizando tecnologia BIM.**

Relatório final, apresentado ao curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para a obtenção do título de Engenheiro Civil.

Uberlândia, 11 de dezembro de 2018

BANCA EXAMINADORA

Prof. André Luiz de Oliveira
Presidente

Prof. Iridalques Fernandes de Paula
Examinador

Prof. Carlos Eugénio Pereira
Examinador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pela sua existência em minha vida, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e por me propiciar capacidade e perseverança para concluir mais uma importante etapa com vitória. Sem Ele nada seria possível.

A minha mãe, Helenita, pelo amor, pelo apoio incondicional, por não medir esforços a meu favor, concedendo-me educação em primeiro lugar.

Ao meu irmão, Maxwel, por ter me incentivado a buscar conhecimento no mercado da construção civil, oferecendo-me oportunidades de trabalhar com projetos e aprender cada vez mais sobre a tecnologia BIM.

Ao meu irmão, Marcelo, pelo companheirismo ao longo de todos esses anos e por todo apoio que me deu.

Ao meu pai, Maximino, pelos conselhos de vida e incentivo à educação.

Ao meu professor orientador, André, que me inspirou a seguir a área de recursos hídricos e que, pra mim, é um exemplo de profissional. Pelo suporte no pouco tempo que lhe coube e pelo conhecimento que me transmitiu.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

Resumo

O conceito BIM (Building Information Modelling - Modelagem da Informação da Construção) é a representação digital de todos elementos, contendo todas características físicas e funcionais e as representações gráficas e não gráficas, de uma edificação. Dentro dessa plataforma é possível aderir todas informações do ciclo de vida de uma construção em um projeto. O presente trabalho tem como objetivo analisar e promover a utilização da tecnologia BIM na elaboração de projetos, aplicado ao sistema hidrossanitário. Foram analisados dois casos: a transferência do projeto hidrossanitário de um edifício de múltiplos pavimentos feito em CAD (Computer Aided Design) para a plataforma BIM e a modelagem direta de um projeto hidrossanitário de uma residência utilizando um software com tecnologia BIM (Revit). Ao final, foi possível fazer uma comparação entre a utilização do CAD e do BIM na concepção de projetos, propor soluções de compatibilização e avaliar as vantagens de se aplicar essa tecnologia na elaboração de projetos hidrossanitários e as incontáveis possibilidades de utilização dessa ferramenta.

Palavras-chave: BIM. Hidrossanitário. Compatibilização.

Abstrato

The BIM (Building Information Modeling) concept is the digital representation of all elements, containing all physical and functional characteristics and the graphical and non-graphic representations of a building. Within this platform it is possible to adhere to all the life cycle information of a construction in a project. The present work aims to analyze and promote the use of BIM technology in the elaboration of projects, applied to the hydrosanitary system. Two cases were analyzed: the transfer of the hydrosanitary project of a multi-storey building made in CAD (Computer Aided Design) for the BIM platform and the direct modeling of a residence hydrosanitary project using software with BIM technology (Revit). In the end, it was possible to compare the use of CAD and BIM in the design of projects, to propose compatibilization solutions and to evaluate the advantages of applying this technology in the elaboration of hydrosanitary projects and the countless possibilities of using this tool.

Keywords: BIM. Hydrosanitary. Compatibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Layout do Autodesk Revit	21
Figura 2 – Projeto Arquitetônico: Fachada Frontal (Caso 01)	26
Figura 3 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. Térreo (Caso 01)	27
Figura 4– Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. 01 (Caso 01).....	28
Figura 5 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. Tipo 02 e 03 (Caso 01).....	29
Figura 6 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. Tipo 04 ao 11 (Caso 01).....	30
Figura 7 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. 12 (Caso 01).....	31
Figura 8 – Projeto Arquitetônico: Cobertura (Caso 01)	32
Figura 9 – Projeto Água Fria: Térreo (Caso 01).....	33
Figura 10 – Projeto Água Fria: Pav. 01 (Caso 01)	34
Figura 11 – Projeto Água Fria: Pav. 02 e 03 (Caso 01)	35
Figura 12 – Projeto Água Fria: Pav. 04 ao 11 (Caso 01)	36
Figura 13 – Projeto Água Fria: Pav. 12 (Caso 01)	37
Figura 14 – Projeto Água Fria: Cobertura/Barriletes (Caso 01).....	38
Figura 15– Projeto Esgoto/Pluvial: Térreo (Caso 01)	39
Figura 16 – Projeto Esgoto/Pluvial: Pav. 01 (Caso 01).....	40
Figura 17 – Projeto Esgoto/Pluvial: Pav. 02 e 03 (Caso 01)	41
Figura 18 – Projeto Esgoto/Pluvial: Pav. 04 ao 11 (Caso 01)	42
Figura 19 – Projeto Esgoto/Pluvial: Pav. 12 (Caso 01).....	43
Figura 20 – Projeto Esgoto/Pluvial: Cobertura (Caso 01).....	44
Figura 21 – Projeto Arquitetônico: Fachada (Caso 02).....	45
Figura 22 – Projeto Arquitetônico: Pavimento Térreo (Caso 02)	46
Figura 23 – Projeto Arquitetônico: Pavimento Superior (Caso 02)	47
Figura 24 – Projeto Arquitetônico: Cobertura (Caso 02)	48
Figura 25– Criação dos níveis do edifício dentro do Revit	50
Figura 26 –Planta baixa do pavimento 03 do projeto arquitetônico feito em CAD inserido no nível do pavimento 03 criado no Revit.....	50
Figura 27 – Planta baixa do pavimento 03 modelada no Revit.....	51
Figura 28 – Vista lesta do edifício modelado no Revit	51
Figura 29 – Vista 3D do edifício feito no Revit	52
Figura 30 – Cores atribuídas a cada tipo de sistema do projeto hidrossanitário	54

Figura 31 – Vista da planta baixa do pavimento 03 com o lançamento das tubulações de água fria em dois banheiros	54
Figura 32 – Vista frontal do lançamento sistema de água fria de um banheiro	55
Figura 33 – Vista da planta baixa da cobertura e dos barriletes de água fria	55
Figura 34 – Vista da planta baixa do pavimento 03 com lançamento do sistema de esgoto em banheiros	56
Figura 35 – Vista frontal do lançamento do sistema de esgoto de um banheiro	56
Figura 36 – Vista da planta baixa do pavimento térreo com o lançamento do sistema de esgoto/inspeção.....	57
Figura 37 – Vista da planta baixa da cobertura com o lançamento do sistema pluvial..	57
Figura 38 – Vista da planta baixa do pavimento térreo com o lançamento do sistema pluvial/inspeção	58
Figura 39 – Vista da planta baixa de um banheiro no projeto arquitetônico em CAD ..	59
Figura 40 – Vista da planta baixa de um banheiro no projeto de água fria em CAD.....	59
Figura 41 – Vista da planta baixa de um banheiro no projeto de esgoto em CAD	60
Figura 42– Vista da planta baixa do sistema hidrossanitário de um banheiro e suas interferências	60
Figura 43 – Vista da planta baixa do sistema de esgoto de um banheiro em CAD.....	61
Figura 44 – Vista da planta baixa do sistema de água fria de um banheiro em CAD....	61
Figura 45 - Vista da planta baixa do sistema hidrossanitário de um banheiro e suas interferências	62
Figura 46 - Solução para dimensão do shaft e sobreposição de tubos nos banheiros	63
Figura 47 – Solução para dimensão do shaft e sobreposição de tubos nos banheiros acessíveis	63
Figura 48 – Solução para dimensão do shaft e sobreposição de tubos nos banheiros em corte	64
Figura 49 – Representação isométricas das tubulações que saem do reservatório superior	64
Figura 50 – Representação isométricas de todo sistema hidrossanitário da edificação .	65
Figura 51 – Vista da planta de baixa do pavimento térreo d t odo sistema hidrossanitário	65
Figura 52 – Planta baixa do pavimento térreo da residência feito no Revit.....	69
Figura 53 – Planta baixa do pavimento superior da residência feito no Revit	69
Figura 54 – Vista 3D da residência feita no Revit.....	70

Figura 55 – Ábaco Luneta para pré-dimensionamento dos tubos de água fria	76
Figura 56 – Ábaco Luneta para pré-dimensionamento dos tubos de água quente	76
Figura 57 – Cores atribuídas a cada tipo de sistema do projeto hidrossanitário	77
Figura 58 – Comprimento horizontal da saída do reservatório até a primeira conexão Tê	82
Figura 59 – Distância vertical da saída do reservatório até a primeira conexão Tê	82
Figura 60 – Comprimento horizontal da primeira conexão Tê até o tubo AF3	83
Figura 61 – Comprimento vertical do tubo AF3	83
Figura 62 – Comprimento horizontal do tubo AF2 até o tubo AF1	84
Figura 63 – Comprimento do início do tubo AF1 até o chuveiro crítico analisado	84
Figura 64 – Concepção do sistema de esgoto do banho máster da residência	91
Figura 65 – Vista em planta da caixa de inspeção	92
Figura 66 – Corte da caixa de inspeção	92
Figura 67 – Elementos da caixa de gordura da Tigre®	93
Figura 68 - Caixa de gordura da Tigre®	93
Figura 69 – Dimensões da caixa de gordura da Tigre®	94
Figura 70 - Indicações para cálculos da área de contribuição	95
Figura 71 – Seção transversal da calha utilizada no projeto	98
Figura 72 – Vista em planta da caixa de passagem	100
Figura 73– Corte da caixa de passagem	100
Figura 74 – Prancha com detalhes da instalação de água fria e água quente no Revit. 101	
Figura 75 – Corte de um banheiro do edifício com detalhes do sistema hidrossanitário- Caso 01	103
Figura 76 – Isométrico de todo sistema hidrossanitário de um banheiro do edifício – Caso 01	104
Figura 77 – Vista interna do banho máster da residência – Caso 02	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantitativos conexões de esgoto/pluvial do sistema hidrossanitário do edifício	66
Tabela 2 – Quantitativos conexões de água fria do sistema hidrossanitário do edifício	66
Tabela 3 – Quantitativos acessórios do sistema hidrossanitário do edifício	67
Tabela 4 – Quantitativo reservatórios e elementos de inspeção do sistema hidrossanitário do edifício	67
Tabela 5 – Quantitativos tubos do sistema hidrossanitário do edifício	67
Tabela 6 – Estimativa do consumo diário de água fria	71
Tabela 7 – Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.....	72
Tabela 8 – Estimativa de consumo de água quente em litros.....	73
Tabela 9 – Dimensionamento de hidrômetro para primeira ligação	75
Tabela 10 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização	77
Tabela 11 – Cálculo das vazões, velocidades, perda de carga e pressão nas tubulações	78
Tabela 12 - Tabela de comprimentos equivalentes em metros de canalização, para cálculo das perdas de carga localizadas.....	79
Tabela 13 – Cálculo do trecho mais crítico	85
Tabela 14 – Cálculo do trecho mais crítico	86
Tabela 15 - UHC dos aparelhos sanitários e DN mínimo dos ramais de descarga	87
Tabela 16 - Dimensionamento de ramais de esgoto	88
Tabela 17 - Dimensionamento de tubos de queda.....	88
Tabela 18 - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial.....	89
Tabela 19 - Dimensionamento de ramais de ventilação	89
Tabela 20 - Dimensionamento das colunas de ventilação.....	90
Tabela 21 - Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador.....	91
Tabela 22 - Indicações para cálculos da área de contribuição.....	96
Tabela 23 – Dimensões das calhas de seção retangular em função do comprimento do telhado	97
Tabela 24 – Dimensões das calhas de seção retangular em função do comprimento do telhado	98
Tabela 25 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)	99

SUMÁRIO

1. Introdução.....	12
1.1. Considerações iniciais.....	12
1.2. Objetivos	13
1.2.1. Objetivo Geral	13
1.2.2. Objetivos específicos.....	13
2. Revisão bibliográfica.....	14
2.1. Projeto.....	14
2.2. Compatibilização de projetos	15
2.3. O que é BIM	16
2.4. Dimensões do BIM	18
2.5. Autodesk Revit	19
2.6. Projeto de Instalações Prediais Hidrossanitárias	22
3. Metodologia.....	23
3.1. Etapas do trabalho.....	23
3.2. Softwares utilizados	24
3.3. Projeto arquitetônico - Caso 01	24
3.4. Projeto hidrossanitário – Caso 01	33
3.5. Projeto Arquitetônico – Caso 02.....	45
4. Desenvolvimento.....	49
4.1. Desenvolvimento de estudo - Caso 01	49
4.1.1. Estudo do projeto arquitetônico – Caso 01	49
4.1.2. Remodelagem do projeto arquitetônico em BIM – Caso 01	49
4.1.3. Estudo do projeto hidrossanitário – Caso 01	52
4.1.4. Modelagem do projeto hidrossanitário em BIM – Caso 01	52
4.1.5. Análise de interferências entre projetos – Caso 01.....	58
4.1.6. Soluções de compatibilização – Caso 01	62

4.2. Desenvolvimento de estudo - Caso 02	68
4.2.1. Estudo do projeto arquitetônico – Caso 02	68
4.2.2. Remodelagem do projeto arquitetônico em BIM – Caso 02.....	68
4.2.3. Desenvolvimento do projeto hidrossanitário – Caso 02	70
4.2.3.1. Sistema de água fria e água quente	70
4.2.3.2. Sistema de esgoto.....	86
4.2.3.3. Sistema pluvial.....	94
4.2.4. Montagem das pranchas – Caso 02.....	101
5. Considerações finais.....	102
5.1. Conclusões	102
5.2. Sugestões para futuros trabalhos	106
6. Referências bibliográficas.....	107
APÊNDICES	110

1. Introdução

1.1. Considerações iniciais

A construção civil é um dos setores que mais movimentam a economia e geram empregos no Brasil. Entretanto, muitas vezes costuma ser limitada a rotinas e vícios construtivos, que a cada dia se tornam ultrapassados com o avanço de tecnologias que podem diminuir custos e garantir maior qualidade de execução nas obras.

Diante de várias incertezas que se alteram no ambiente macroeconômico, as construtoras buscam métodos que garantem maior segurança, economia e rapidez na execução de empreendimentos. Para isso, muitos empresários estão investindo em soluções que aumentem a produtividade na construção, focando nos seguintes pontos: redução no tempo da construção; padronização das atividades; redução do desperdício de materiais; diminuição de retrabalhos; menos prejuízos com funcionários que se machucam; funcionários treinados e capacitados; canteiro de obras bem planejado.

Para garantir tal qualidade, é necessário que em todo processo do empreendimento haja uma colaboração multidisciplinar, ou seja, todas as disciplinas que compõe o projeto da construção (arquitetônico, elétrico, hidrossanitário, estrutural, paisagismos, etc) estejam em sintonia.

Para isso, é realizada a compatibilização dos projetos, que tem como finalidade analisar o que foi traçado pelos diversos projetistas para a construção de uma edificação procurando interferências entre as disciplinas na execução da obra.

Na maioria dos casos, os projetos são elaborados separadamente e, quando não há uma interação entre os projetistas, as chances de conflitos entre as diversas disciplinas tendem a aumentar. Quando não é realizada a compatibilização dos projetos, os problemas podem ser identificados durante a etapa de obra, exigindo alterações de última hora ou até demolição de elementos já construídos (como alvenarias, estruturas, instalações, etc) para adaptação de outro sistema. Isso, muitas das vezes, geram gastos iminentes e inesperados e acabam atrasando o prazo de entrega final do empreendimento.

Atualmente, contamos com uma solução para esses problemas, a tecnologia BIM (Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção). Com essa ferramenta é possível abranger a geometria, relações espaciais, informações geográficas, análises construtivas, representações gráficas, quantitativos de materiais e propriedades dos componentes (por exemplo, detalhes de fabricantes) de um empreendimento na etapa de projeto.

A modelagem de projetos na plataforma BIM é considerada como um dos adventos mais importantes da construção civil. Embora esse novo sistema já seja realidade em países europeus e nos Estados Unidos, aqui no Brasil ainda é deficiente. Isso ocorre por falta de conhecimento de novas tecnologias que acarreta em várias falhas e retrabalhos que oneram severamente o custo das edificações (RIBEIRO, 2010).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Realizar a modelagem computacional do projeto hidrossanitário de um edifício e comparar com o projeto feito de forma tradicional (na plataforma CAD), fornecido por uma construtora, analisando as interferências físicas. Elaborar também um projeto hidrossanitário de uma residência unifamiliar de forma compatível com o projeto arquitetônico. Nos dois casos será utilizado o software Autodesk Revit, que permite a criação de modelos BIM.

1.2.2. Objetivos específicos

- 1) Modelar os projetos arquitetônico e hidrossanitário do edifício fornecidos pela construtora HPR Engenharia.
- 2) Comparar o projeto hidrossanitário modelado no software Autodesk Revit com o projeto feito de forma tradicional, no sistema CAD, analisando as incompatibilidades.
- 3) Modelar o projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar, fornecidos pela empresa Dariva Engenharia.
- 4) Elaborar o projeto hidrossanitário da residência utilizando o software Autodesk Revit de forma compatível com o projeto arquitetônico, fornecendo o quantitativo de materiais hidrossanitários.
- 5) Promover a qualidade dos projetos elaborados com tecnologia BIM.

2. Revisão bibliográfica

2.1. Projeto

Na construção civil, podemos definir os projetos para uma obra como o conjunto de documentos que descrevem como o empreendimento deve ser elaborado e coordenado. Os documentos que geralmente compõem o projeto de uma construção civil são: projeto arquitetônico, projeto estrutural e de fundações, projeto elétrico, projeto hidrossanitário, projeto de ar condicionado, paisagismo, memorial descritivo dos materiais, entre outros.

O projeto de engenharia é o guia de execução de uma obra. É importante para que as necessidades do usuário sejam entendidas e transformadas na melhor solução arquitetônica, o que inclui não só a estética como as condições de habitação, acesso e conforto. (MENEZES, 2015)

“Um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. Os projetos e as operações diferem, principalmente, no fato de que os projetos são temporários e exclusivos, enquanto as operações são contínuas e repetitivas.” (PMBOK, 2012)

Segundo Santos et al. (2009), para o sucesso de um projeto de construção civil é necessário o gerenciamento de diferentes recursos (materiais, mão-de-obra, equipamentos, capital, etc) que podem estar sujeitos a limitações e restrições. E o sucesso do planejamento e controle do projeto depende da eficiência do modelo computacional que é utilizado.

“Nos últimos anos, a gestão do processo de projeto de edificações vem sendo formalizada principalmente pela aplicação de 19 conceitos relativos à gestão da qualidade, gestão de projetos, compatibilização de projetos e engenharia simultânea. Entretanto, para uma melhora efetiva do processo, há necessidade de desenvolver ferramentas gerenciais que relacionem esses conceitos e diretrizes como o dia-a-dia do desenvolvimento dos projetos de construção.”. (Rodriguez, 2005)

2.2. Compatibilização de projetos

A compatibilização de projetos é uma forma de analisar os diversos projetos que fazem parte do escopo para a edificação da obra (arquitetônico, estrutural, instalações, paisagismo, ar condicionado, impermeabilização, dentre outros), com a finalidade de solucionar interferências na execução da obra, permitindo a integração das soluções adotadas para os diversos sistemas. (BALDO, 2017)

Segundo Baldo (2017), a compatibilização consiste justamente em sobrepor todos os projetos antes do início da construção e encontrar as soluções que se adequem as necessidades do empreendimento, dentro do briefing estabelecido pelo contratante.

A compatibilização de projetos de engenharia tende a crescer na construção civil, pois qualquer edificação exige projetos como topográfico, estrutural, hidrossanitário, elétrico, de ar condicionado, arquitetônico, entre outros. Geralmente estes projetos são feitos separadamente e podem haver conflitos entre eles. A compatibilização consiste na sobreposição de projetos para detectar estes conflitos. (SANTOS, 2013)

Os custos de compatibilização de projetos representam de 1% a 1,5% da obra. Porém, a economia em despesas é de 5% a 10% deste mesmo custo. Esta economia é gerada devido à economia de tempo, redução de desperdício e eliminação de retrabalho. (SANTOS, 2013)

O profissional no qual realiza a compatibilização de projetos necessita possuir sólidos conhecimentos em projetos e a organização necessária para gerenciar o trabalho de diferentes projetistas ou equipes. Este profissional é responsável por coordenar os projetistas e coordenar as alterações que podem ser necessárias para 20 que a sobreposição dos projetos não resulte em interferências indesejáveis. (SANTOS, 2013)

São recorrentes conflitos entre os profissionais de engenharia e os arquitetos, principalmente na área de instalações prediais, como elétrica, hidráulica, ar condicionado e automação. (NAKAMURA, 2011)

Com a inclusão de novas tecnologias, os sistemas 3D ajudam na compatibilização de projetos, automatizando a compatibilização de interferências. (NAKAMURA, 2011)

“O processo mais comum atualmente para se compatibilizar um projeto é através da sobreposição das diferentes plantas e verificar a olho nu se existe alguma interferência. Porém, além de desgastante, esse processo pode ignorar alguns erros que só aparecem em vistas tridimensionais.” (COSTA, 2013)

Uma segunda metodologia, que tem se mostrado mais eficiente na resolução de problemas com incompatibilidades e tem sido muito estudada atualmente, porém com pouco desenvolvimento no Brasil, é o conceito BIM (Building Information Modeling - Modelagem de Informação da Construção). (COSTA, 2013)

O projeto ideal realizado em BIM deve agregar todas as partes envolvidas no planejamento de uma construção, fornecendo informações aprofundadas sobre cada detalhe da construção e que podem ser utilizadas por todos os envolvidos, desde engenheiros e arquitetos até planejadores e responsáveis pela compra de materiais. (BRESSAN, 2016)

Em um software que aplique o conceito BIM, vários profissionais podem trabalhar no mesmo projeto ao mesmo tempo utilizando o mesmo arquivo, adicionando os dados que competem à sua especialidade e vendo as atualizações no modelo tridimensional em tempo real. (BRESSAN, 2016)

2.3. O que é BIM

São variados os conceitos existentes de BIM (Building Information Modeling - Modelagem da Informação da Construção), porém são similares ou complementares. Um dos pioneiros do conceito BIM foi Chuck Eastman, professor do Instituto de Tecnologia da Geórgia, nos Estados Unidos. Em seu ponto de vista, ele dizia que:

“BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção” (EASTMAN, 2008).

A organização mundial de desenvolvedoras de tecnologia para o setor de construção (Building Smart) também criou uma definição para o BIM, sendo ela:

“Representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, que permite integrar de forma sistêmica e transversal às várias fases do ciclo de vida de uma obra com o gerenciamento de todas as informações disponíveis em projeto, formando uma base confiável para decisões durante o seu ciclo de vida, definido como existente desde a primeira concepção até à demolição” (BUILDING SMART, 2010)

No conceito BIM, as características físicas da construção são representadas na sua geometria, enquanto as demais informações funcionais são agregadas a essa edificação. Essas informações têm por propósito integrar todos os agentes e disciplinas envolvidas no desenvolvimento de um projeto em todas as suas fases, impactando não só a parte de concepção, mas também a execução, implantação, manutenção e gerenciamento de um projeto. (GONÇALVES, 2016)

O BIM se apresenta então como um modelo com diversas camadas de informação, organizadas de forma sistemática, de modo que possam ser acessadas no tempo certo e da forma correta, desde a concepção até a demolição. (GONÇALVES, 2016)

“O BIM é a representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação, que contém todas informações do ciclo de vida da construção, disponíveis em projeto.”
(GONÇALVES, 2016)

A BIM pressupõe que quando o arquiteto modela o edifício virtual, utilizando ferramentas tridimensionais (Scia Engineer, Allplan, Revit, Bentley Architecture, Archicad, VectorWorks, Tekla Structures, Cype, TecnoMETAL etc.), toda a informação necessária à representação gráfica, à análise construtiva, à quantificação de trabalhos e tempos de mão de obra, desde a fase inicial do empreendimento até a sua conclusão, ou até mesmo ao processo de desmobilização ao fim do ciclo de vida útil, se encontra no modelo. (MAGIAG et al., 2015)

Ou seja, a partir do momento em que se desenha uma peça arquitetônica, como por exemplo um pequeno edifício, constituído por quatro paredes, um telhado e uma laje de piso, toda a informação necessária para a sua validação e execução, se encontra automaticamente associada a cada um dos elementos. (MAGIAG et al., 2015)

Uma ferramenta BIM, além da modelação 3D, permite igualmente a alimentação de dados à obra (e respectivo acompanhamento), em tempo real, bem como a quantificação de todo o processo e respectiva orçamentação. (MAGIAG et al., 2015)

Com o BIM o arquiteto e o engenheiro podem prever com segurança os problemas da obra na etapa de projeto.

2.4. Dimensões do BIM

Por trás do uso de BIM, está a ideia de ter todas as informações de um projeto, obra ou edificação em uma mesma plataforma. Com isso, surgiram as dimensões do BIM, nas quais dividem as diferentes atividades na mesma plataforma. (MATTOS, 2014)

Segundo Neil Calvert (2013), um modelo pode ser 4D, 5D, 6D, 7D, até nD, conforme o contexto da utilização. Podemos classificar as 7 principais dimensões do BIM como:

2D - Gráfico – são as dimensões do plano, onde estão representadas graficamente as plantas do empreendimento;

3D - Modelo – adiciona a dimensão espacial ao plano, onde é possível visualizar os objetos dinamicamente. Um modelo 3D pode ser utilizado na visualização em perspectiva de um empreendimento, na pré-fabricação de peças, em simulações de iluminação. No caso do BIM, cada componente em 3D possui atributos e parametrização que os caracterizam como parte de uma construção virtual de fato, não apenas visualmente representativa;

4D - Planejamento – adiciona a dimensão tempo ao modelo, definindo quando cada elemento será comprado, armazenado, preparado, instalado, utilizado. Organiza também a disposição do canteiro de obras, a manutenção e movimentação das equipes, os equipamentos utilizados e outros aspectos que estão cronologicamente relacionados;

5D - Orçamento – adiciona a dimensão custo ao modelo, determinando quanto cada parte da obra vai custar, a alocação de recursos a cada fase do projeto e seu impacto no orçamento, o controle de metas da obra de acordo com os custos;

6D - Sustentabilidade – adiciona a dimensão energia ao modelo, quantificando e qualificando a energia utilizada na construção, a energia a ser consumida no seu ciclo de vida e seu custo, em paralelo a 5ª dimensão. A energia, neste caso, pode estar diretamente relacionada ao impacto físico do projeto no meio em que este está inserido;

7D - Gestão e manutenção – adiciona a dimensão de operação ao modelo, onde o usuário final pode extrair informações de como o empreendimento funciona, suas particularidades, quais os procedimentos de manutenção em caso de falhas ou defeitos;

8D - Segurança - a oitava dimensão (8D) no modelo BIM diz respeito a segurança e prevenção de acidentes.

“Segurança e Prevenção de Acidentes em BIM consiste em três tarefas: determinar os riscos no modelo, promover sugestões de segurança para perfis de risco alto e propor controle de riscos e de segurança do trabalho na obra para os perfis de riscos incontroláveis através do modelo.” (Imriyas Kamardeen, 2010)

Ou seja, na dimensão 8D é adicionado a questão da segurança ao modelo, prevendo possíveis riscos no processo construtivo e operacional.

2.5. Autodesk Revit

O Revit surgiu no ano 1999, e foi resultado de uma combinação de desenvolvedores de softwares e arquitetos através da empresa Charles River Software. Eles procuravam um software que permitisse que arquitetos e engenheiros criassem e documentassem um edifício gerando um modelo paramétrico tridimensional que incluísse a geometria e as informações não geométricas de projeto e construção. (Ray, 2012)

Então em 2004, a então já renomeada Revit Technology Corporation foi adquirida pela empresa Autodesk, que desde então vem trazendo inúmeras atualizações deste software e fez com que cada vez mais fosse reconhecido entre os profissionais da construção. (Lurassek, 2017)

A tecnologia BIM que o Revit possui, vem com intenção de facilitar o desenvolvimento e gerenciamento de projetos, pois permite que um único modelo tridimensional contenha todas as informações necessárias para a execução da obra. (Lurassek, 2017)

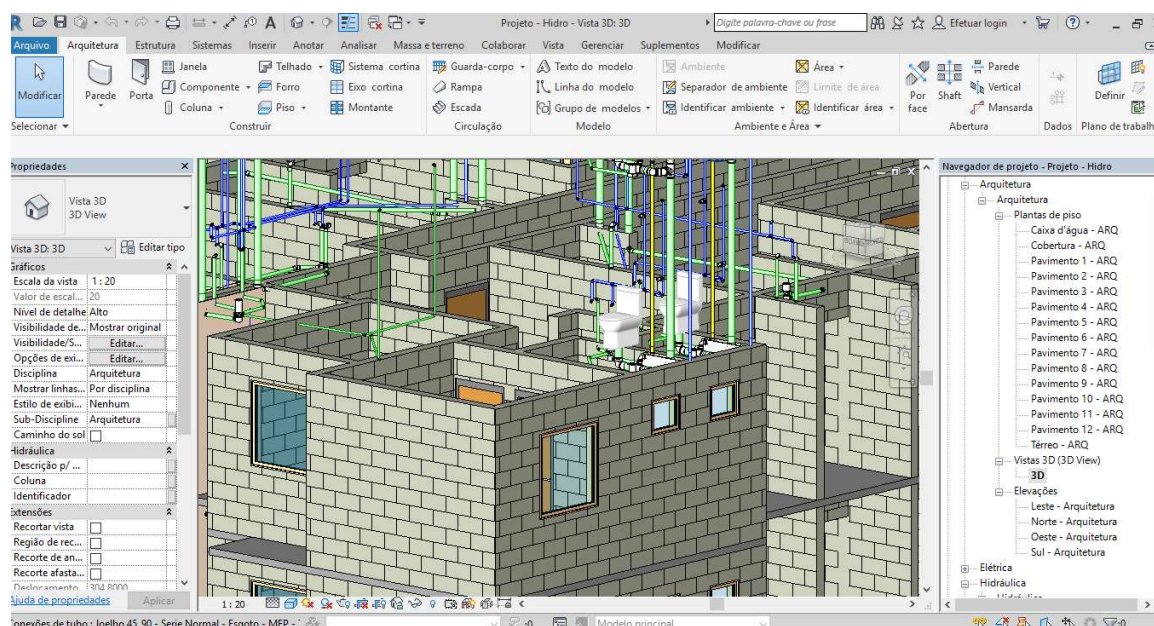
Segundo Lurassek (2017), através do desenho de uma simples parede em planta, por exemplo, já são adicionadas todas as especificações técnicas, como a altura, o material que é utilizado para sua construção, se possui algum tipo de revestimento ou pintura, se possui isolamento térmico ou acústico e até mesmo se é a prova de fogo ou não e diversas outras que você desejar.

Segundo o Instituto Bramante (2016), o Revit é o software mais importante do segmento BIM. De acordo com o autor, no Revit não é criado mais uma série de desenhos, imagens e tabelas, como se fazia nos softwares CAD (Computer Aided Design) para execução de um projeto, nele se cria um modelo digital central único, e através desse modelo, se extrai todas as informações necessárias para execução e manutenção da obra.

“Criado em 1997 pelos principais desenvolvedores da PTC – Parametric Technology Corporation -, o Revit foi inicialmente desenvolvido especificamente para projetos arquitetônicos com a pretensão de permitir a profissionais projetar e documentar edifícios através da criação de um modelo paramétrico tri-dimensional que contenha informações geométricas e não-geométricas do desenho e da construção – o que posteriormente passaria a ser conhecido como Building Information Modeling. No ano de 2002, a Autodesk comprou a Massachusetts-based Revit Technologies Corporation, e através de muita pesquisa desenvolveu melhorias ao software.”. (VOLPATO, 2015)

O software Autodesk Revit é dividido em três modalidades de projeto: Architecture, para projetos arquitetônicos; Structure, para projeto estrutural; e MEP, para projetos elétricos, hidrossanitários e de instalações mecânicas. Com este cenário, numa situação ideal, cada projetista executa seu projeto sobre o modelo do projeto arquitetônico. (ERON COSTIN, 2012).

Figura 1 - Layout do Autodesk Revit



Fonte: Autor (2018)

Segundo Duarte (2016), uma das principais vantagens de uso do Revit está relacionada à velocidade e qualidade na modelagem de projetos, obtendo quantitativos e totalização de custos. Em termos de representação gráfica, por exemplo, é possível obter automaticamente os cortes, elevações e visualizações 3D. Outra grande vantagem de se utilizar o Revit é que nele é possível trabalhar com componentes paramétricos:

“Todos os elementos construtivos projetados no Autodesk Revit Architecture têm parâmetros associados aos mesmos. Num programa que roda numa plataforma BIM, os objetos passam a conter informações anexadas aos mesmos (alguns chamam de objetos inteligentes), informações estas usadas por outros projetistas que estão envolvidos no projeto. Estes objetos carregam anexadas as informações necessárias para a execução de um projeto, através de tabelas e vistas perspectivadas (vistas em 3D), e não apenas vistas em projeção (ou vistas 2D). Modificações feitas em uma tabela, ou em qualquer prancha ou partes do desenho, são automaticamente atualizadas em tudo que se relaciona ao projeto.”. (DUARTE, 2016).

2.6. Projeto de Instalações Prediais Hidrossanitárias

A elaboração de projetos para edificações determina a representação prévia do objeto (urbanização, edificação, elemento da edificação, instalação predial, componente construtivo, material para construção) mediante o concurso dos princípios e das técnicas próprias da arquitetura. (NBR 13531:1995)

De acordo com a NBR 5626/1998, as exigências a observar no projeto de instalações de água fria, são de:

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

Segundo Oliveira (2017) e de acordo com a NBR 8160:1999, o sistema predial de esgoto sanitário deve ser projetado de modo a:

- a) evitar a contaminação da água, de forma a garantir a sua qualidade de consumo, tanto no interior dos sistemas de suprimento e de equipamentos sanitários, como nos ambientes receptores;
- b) permitir o rápido escoamento da água utilizada e dos despejos introduzidos, evitando a ocorrência de vazamentos e a formação de depósitos no interior das tubulações;
- c) impedir que os gases provenientes do interior do sistema predial de esgoto sanitário atinjam áreas de utilização;
- d) impossibilitar o acesso de corpos estranhos ao interior do sistema;
- e) permitir que os seus componentes sejam facilmente inspecionáveis;
- f) impossibilitar o acesso de esgoto ao subsistema de ventilação;
- g) permitir a fixação dos aparelhos sanitários somente por dispositivos que facilitem a sua remoção para eventuais manutenções.

3. Metodologia

3.1. Etapas do trabalho

Para a elaboração do presente trabalho, foi feita uma busca por projetos e, como objetivo, tinha-se um projeto arquitetônico e hidrossanitário de um edifício de múltiplos pavimentos e o projeto arquitetônico de uma residência unifamiliar de médio padrão.

Desta forma, efetuou-se uma pesquisa em algumas construtoras e escritórios de arquitetura e engenharia. Entrando em contato com algumas dessas empresas foi possível adquirir os projetos desejados para o estudo.

Com isso, a concepção do presente trabalho foi dividida em dois casos. Eles são:

Caso 01 – Remodelagem do projeto hidrossanitário de um prédio de múltiplos pavimentos utilizando o software Autodesk Revit e comparação com o projeto feito de forma tradicional, no sistema CAD, analisando as incompatibilidades.

Caso 02 - Elaboração do projeto hidrossanitário de uma residência unifamiliar de valor médio utilizando o software Autodesk Revit de forma compatível com o projeto arquitetônico, fornecendo o quantitativo de materiais do sistema hidráulico.

Os procedimentos técnicos para essa pesquisa realizaram-se utilizando softwares (Autodesk Revit, Autodesk AutoCAD e Microsoft Excel) com observação, comparação e análise de dados. A metodologia para a modelagem dos projetos e verificação de interferências serão realizadas no Revit. O dimensionamento do sistema hidrossanitário para o segundo caso será realizado no Excel. Será utilizado o AutoCAD para a análise dos projetos arquitetônicos (nos dois casos) e projeto hidrossanitário (no primeiro caso) fornecidos pelas empresas.

Através da plataforma BIM foi possível extrair todos os dados desejáveis da construção, como o quantitativo de matérias, locação física dos elementos e interferências com os outros projetos.

Com os projetos, iniciou-se a modelagem arquitetônica dos projetos fornecidos pelas empresas de construção civil, primeiro do edifício e posteriormente da residência. Nesta etapa, as arquiteturas das edificações foram modeladas em 3D utilizando a ferramenta BIM Revit. Em seguida, foi remodelado, ainda no Revit, o projeto hidrossanitário do edifício dentro do mesmo arquivo do projeto arquitetônico levando como base o projeto fornecido pela construtora, feito em CAD.

No primeiro caso, depois de remodelado o projeto arquitetônico e hidrossanitário do edifício dentro do software Revit, foi possível analisar todas as incompatibilidades do sistema hidráulico com a arquitetura e com o próprio sistema. Com todos estes pontos detectados, foram feitas as recomendações para que os projetistas façam as adaptações necessárias para que o sistema hidráulico da edificação funcione corretamente.

No segundo caso, com o projeto arquitetônico da residência transferido para a plataforma BIM, elaborou-se o projeto hidrossanitário dela. Foram feitos os cálculos de dimensionamento utilizando o Excel e seguindo as normas NBR 5626/1998 - Instalação predial de água fria, NBR 7198/1993 - Projeto e execução de instalações prediais de água quente, NBR 8160/1999 - Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução e NBR 10844/1989 - Instalações prediais de águas pluviais

3.2. Softwares utilizados

Para a execução deste Trabalho de Conclusão de Curso foi necessário a utilização de alguns softwares. São eles:

AUTODESK REVIT - Principal software aplicado neste trabalho, foi utilizado para a modelagem dos projetos arquitetônicos e hidrossanitários do edifício e da residência. Nele foi realizado as análises das incompatibilidades dos projetos e foi gerado o quantitativo de materiais.

AUTODESK AUTOCAD - Principal software de plataforma CAD (Computer Aided Design), foi utilizado para primeira visualização dos projetos fornecidos pelas empresas de construção civil e preparação deles para o lançamento no Autodesk Revit.

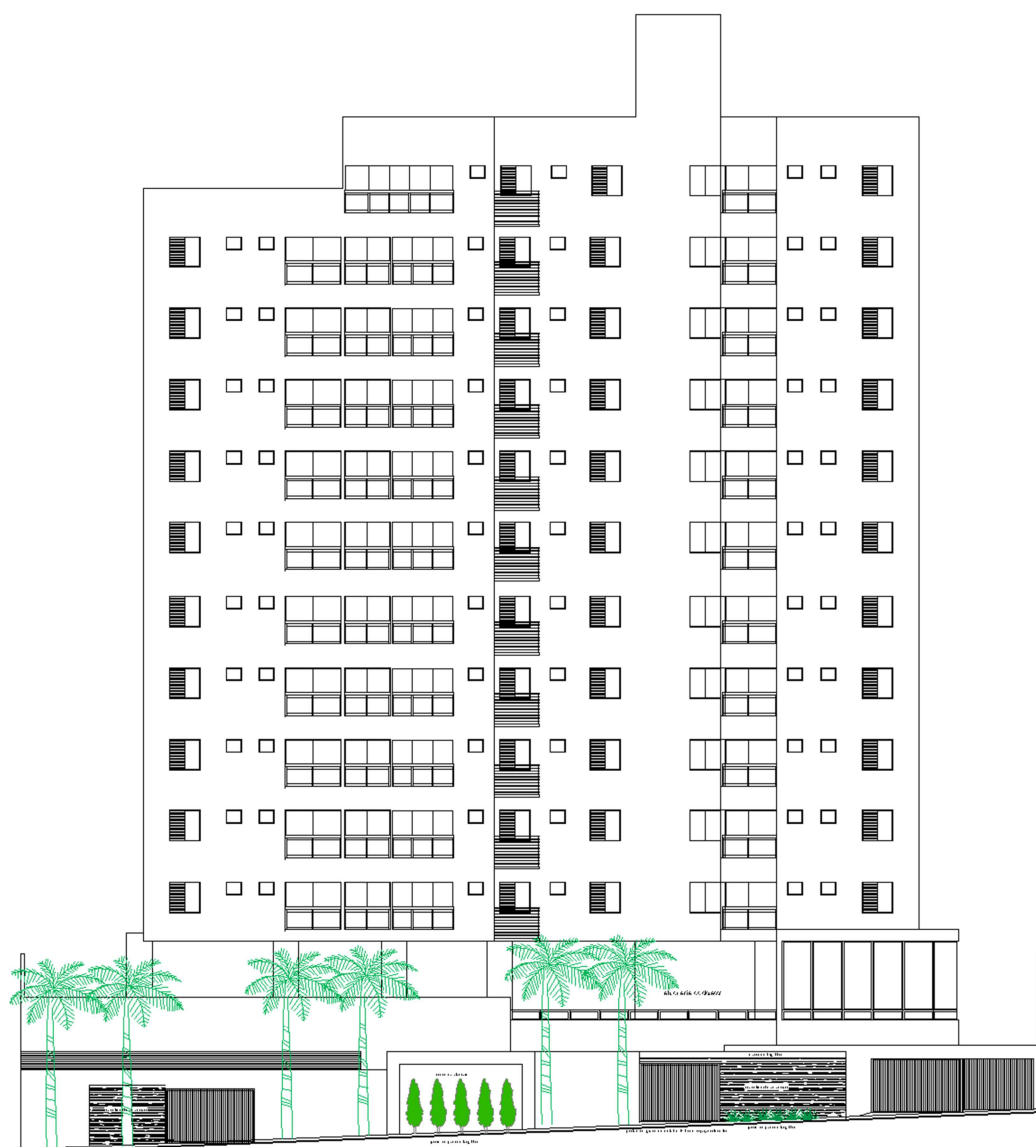
MICROSOFT EXCEL - Software indispensável para formulação de planilhas e tabelas, foi utilizado para dimensionar o sistema hidrossanitário da residência e para a geração de todas as tabelas no presente neste Trabalho de Conclusão de Curso.

3.3. Projeto arquitetônico - Caso 01

O projeto abordado para o estudo do primeiro caso é composto por uma edificação de doze pavimentos, sendo dividida em garagem, pavimento térreo e pavimento tipo para uso residencial totalizando numa área total de 5.319,79 m² construídos com as seguintes características:

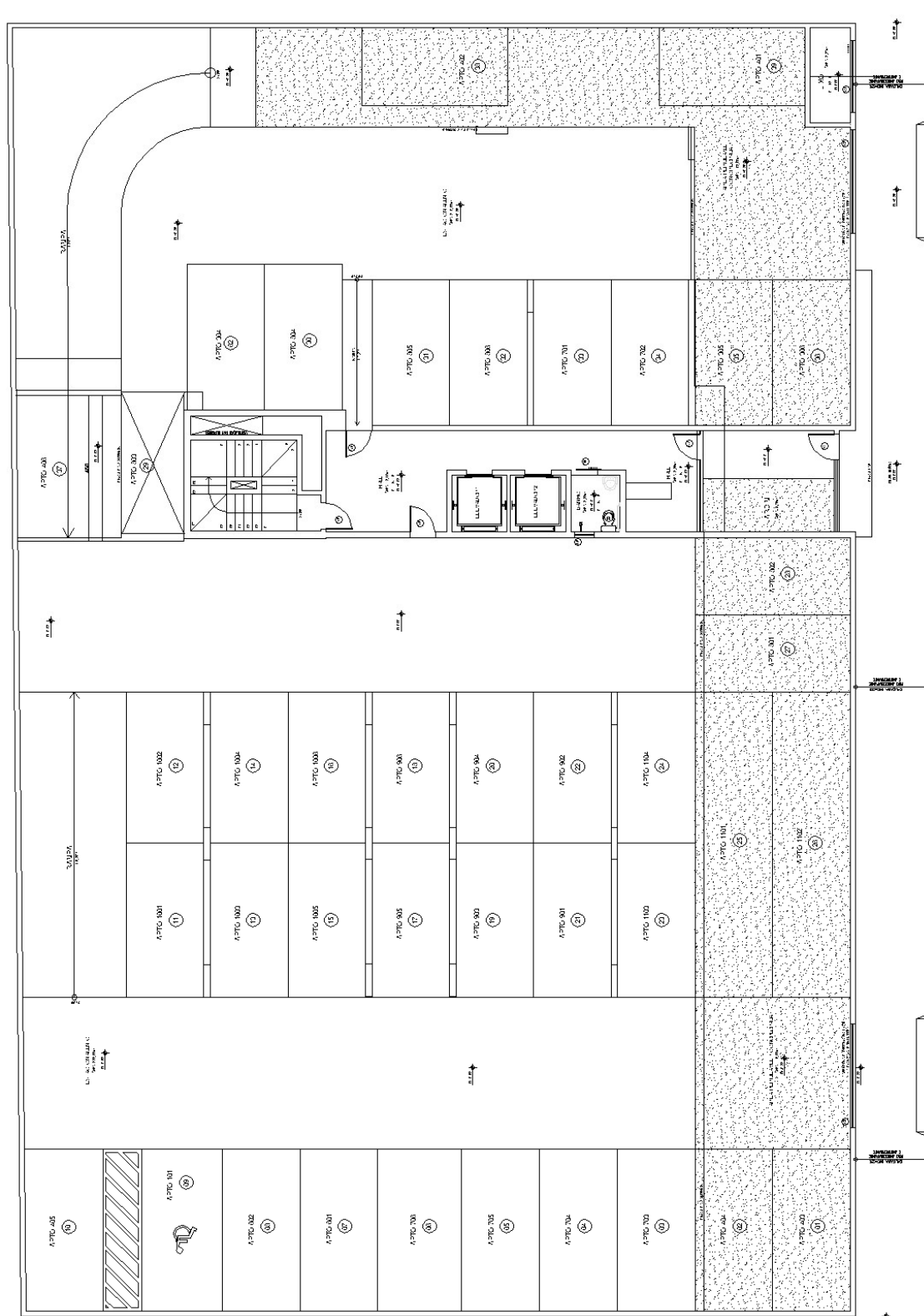
- 1) Terreno - 1.040,45 m²
 - a) Térreo - 945,45 m²
 - b) Garagem - 736,05 m²
 - c) Circulação Vertical + Recepção - 73,00 m²
 - d) Estacionamento descoberto - 136,40 m²
- 2) Pavimento 1 - 861,41 m²
 - a) Garagem - 314,08 m²
 - b) Circulação + Banhos + DML - 79,64 m²
 - c) Vagas descobertas - 467,69 m²
- 3) Pavimentos 2 e 3 - 767,64 m²
 - a) Privativo padrão - 582,74 m²
 - b) Varandas - 78,44 m²
 - c) Circulação vertical - 106,46 m²
- 4) Pavimentos 4 ao 11 - 3.070,56 m²
 - a) Privativo padrão - 2.330,96 m²
 - b) Varandas - 316,76 m²
 - c) Circulação vertical - 425,84 m²
- 5) Pavimento 12 - 383,82 m²
 - a) Privativo padrão - 206,53 m²
 - b) Varandas - 25,96 m²
 - c) Circulação vertical - 46,33 m²
- 6) Total geral - 6.028,88 m²
- 7) Total coberto - 5.319,79 m²
- 8) Total descoberto - 709,09 m²
- 9) Padrão da obra conforme NBR 12.721/06 - R16 – N

Figura 2 – Projeto Arquitetônico: Fachada Frontal (Caso 01)



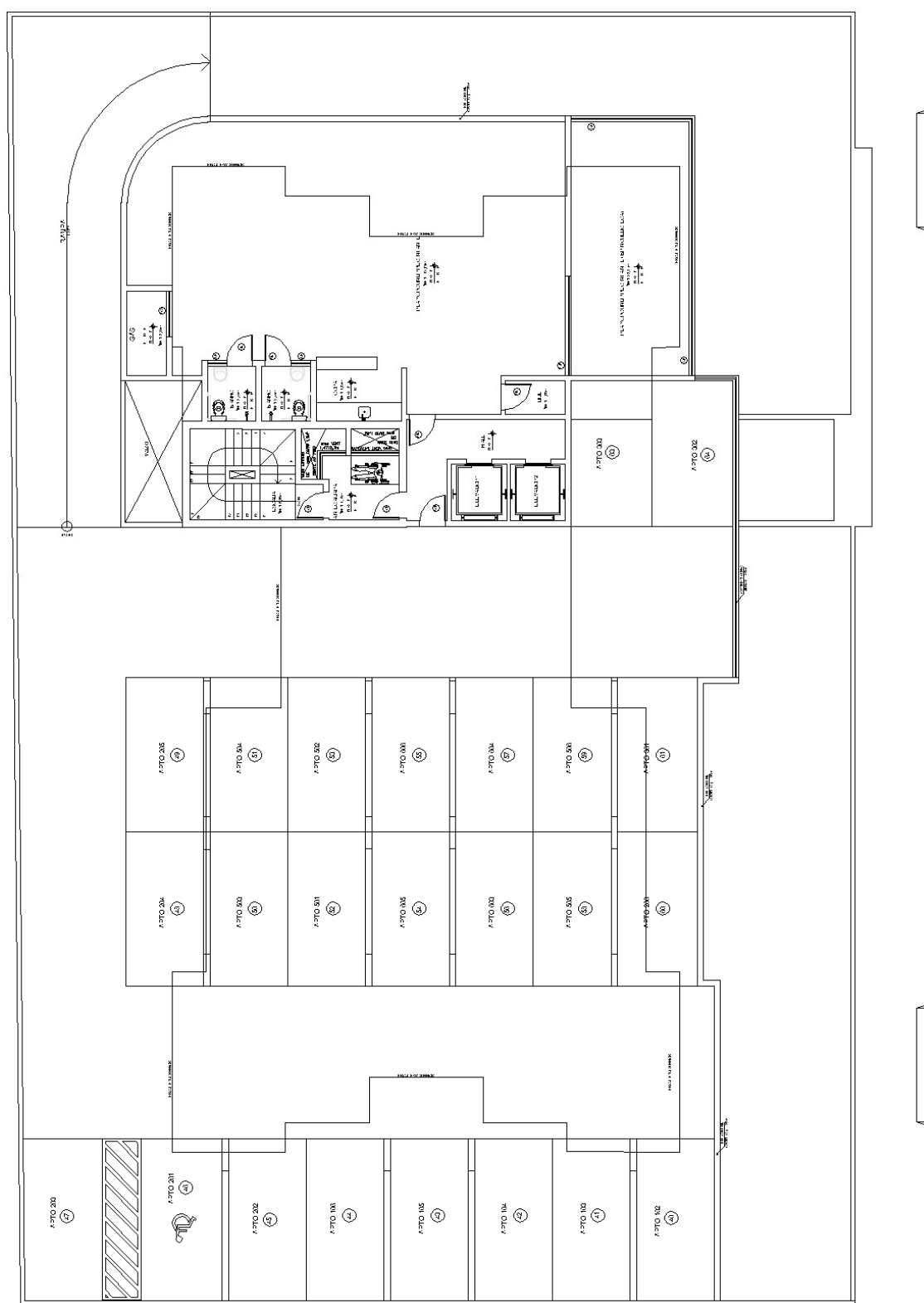
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 3 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. Térreo (Caso 01)



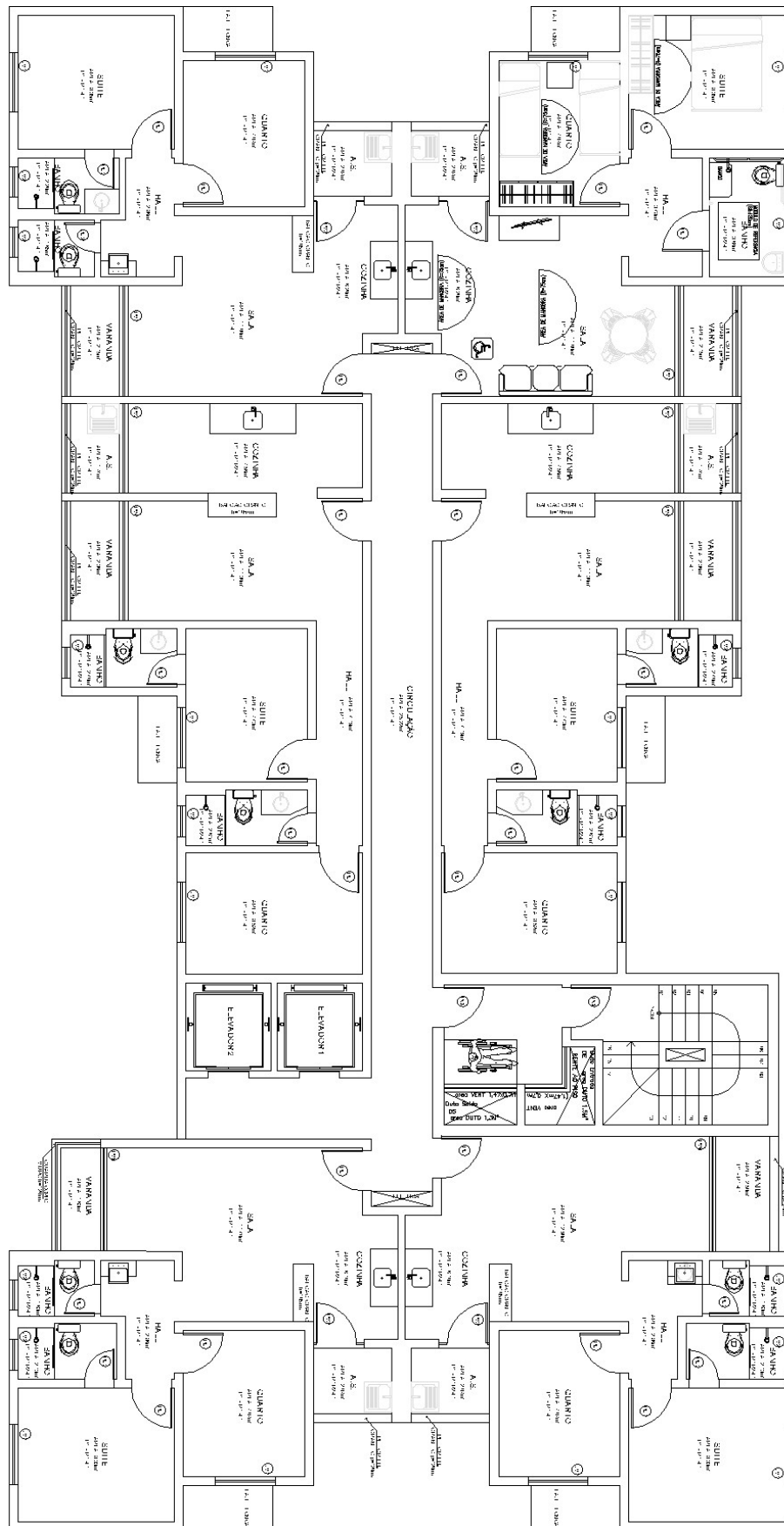
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 4– Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. 01 (Caso 01)



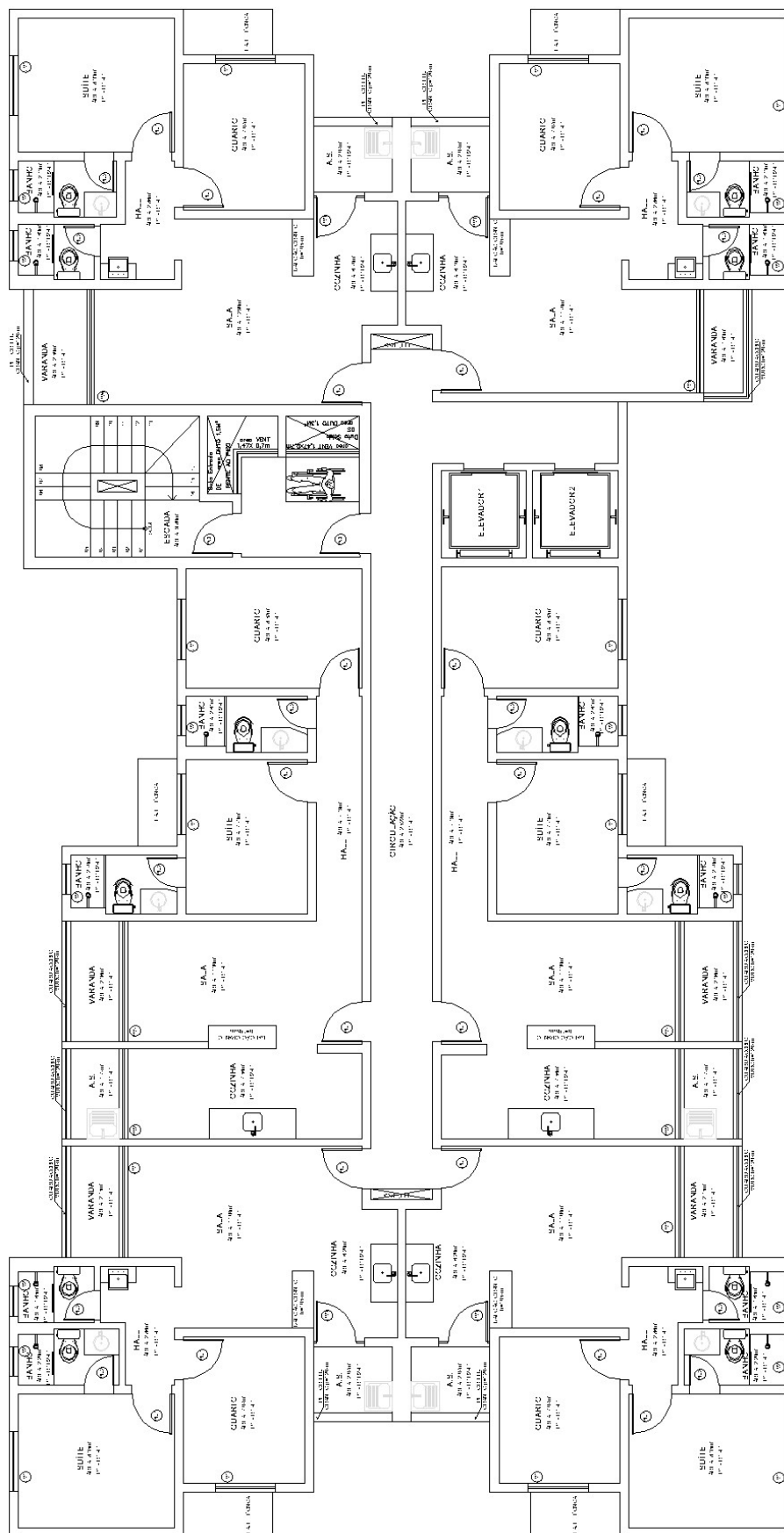
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 5 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. Tipo 02 e 03 (Caso 01)



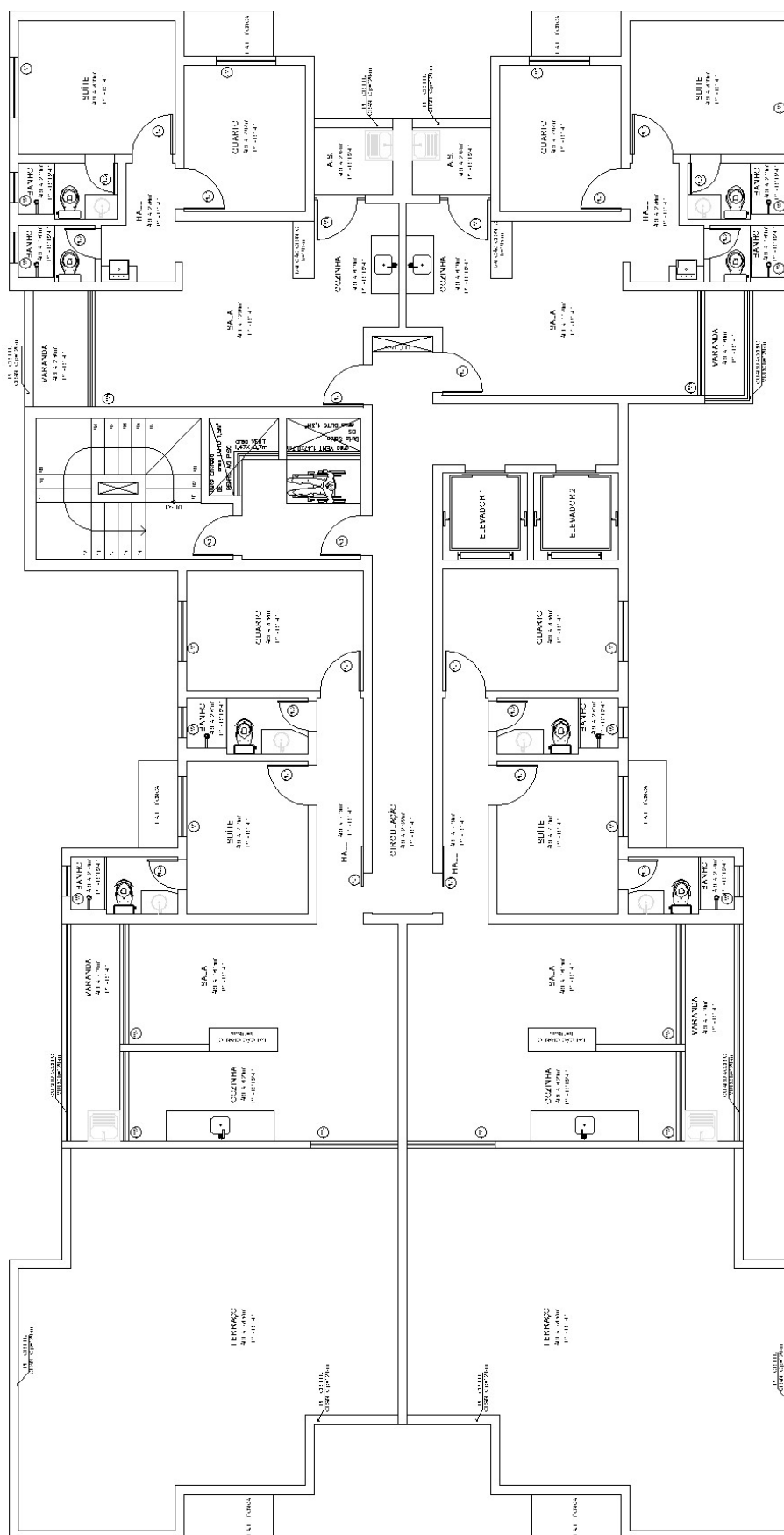
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 6 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. Tipo 04 ao 11 (Caso 01)



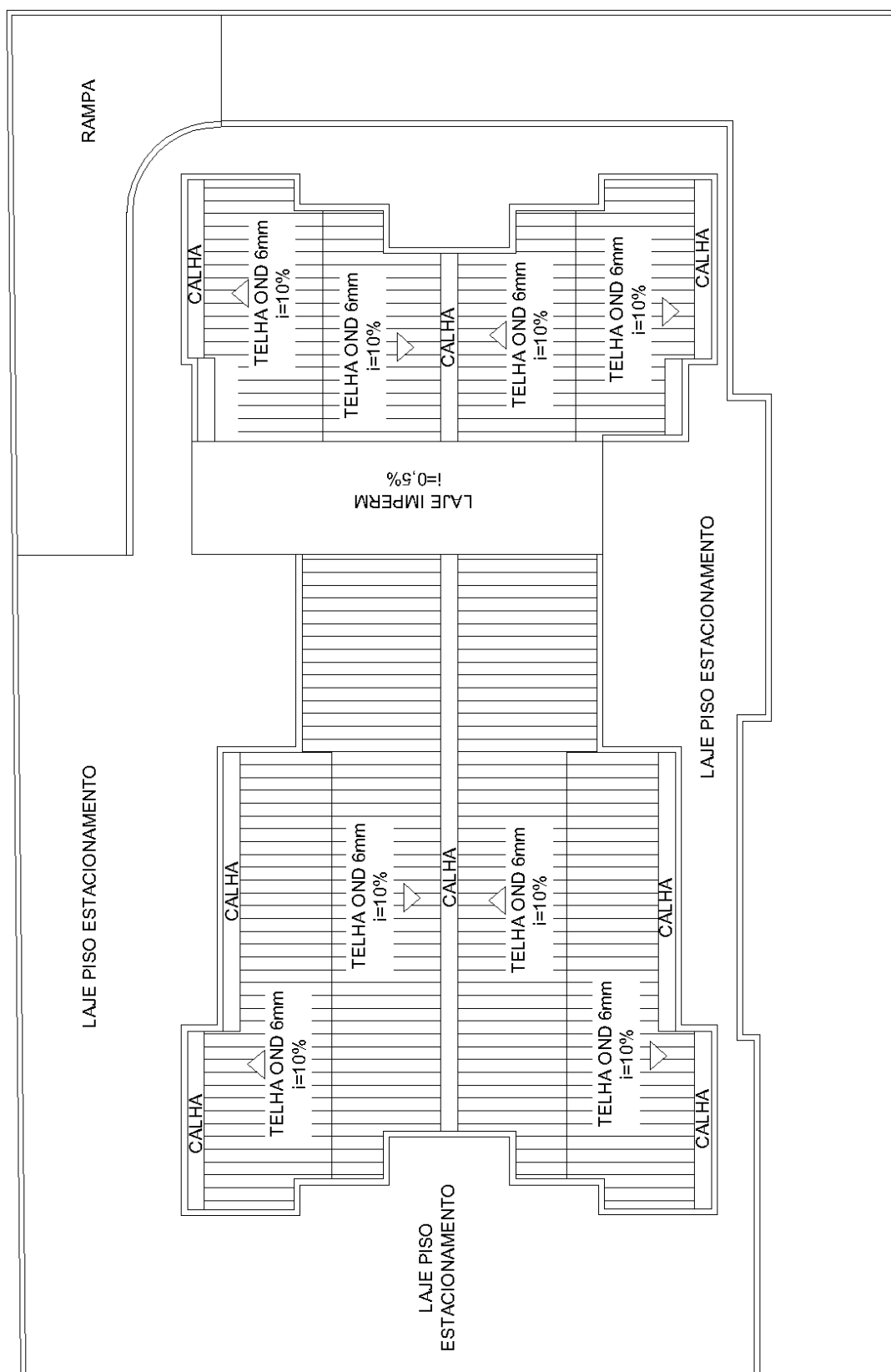
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 7 – Projeto Arquitetônico: Planta Baixa – Pav. 12 (Caso 01)



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 8 – Projeto Arquitetônico: Cobertura (Caso 01)

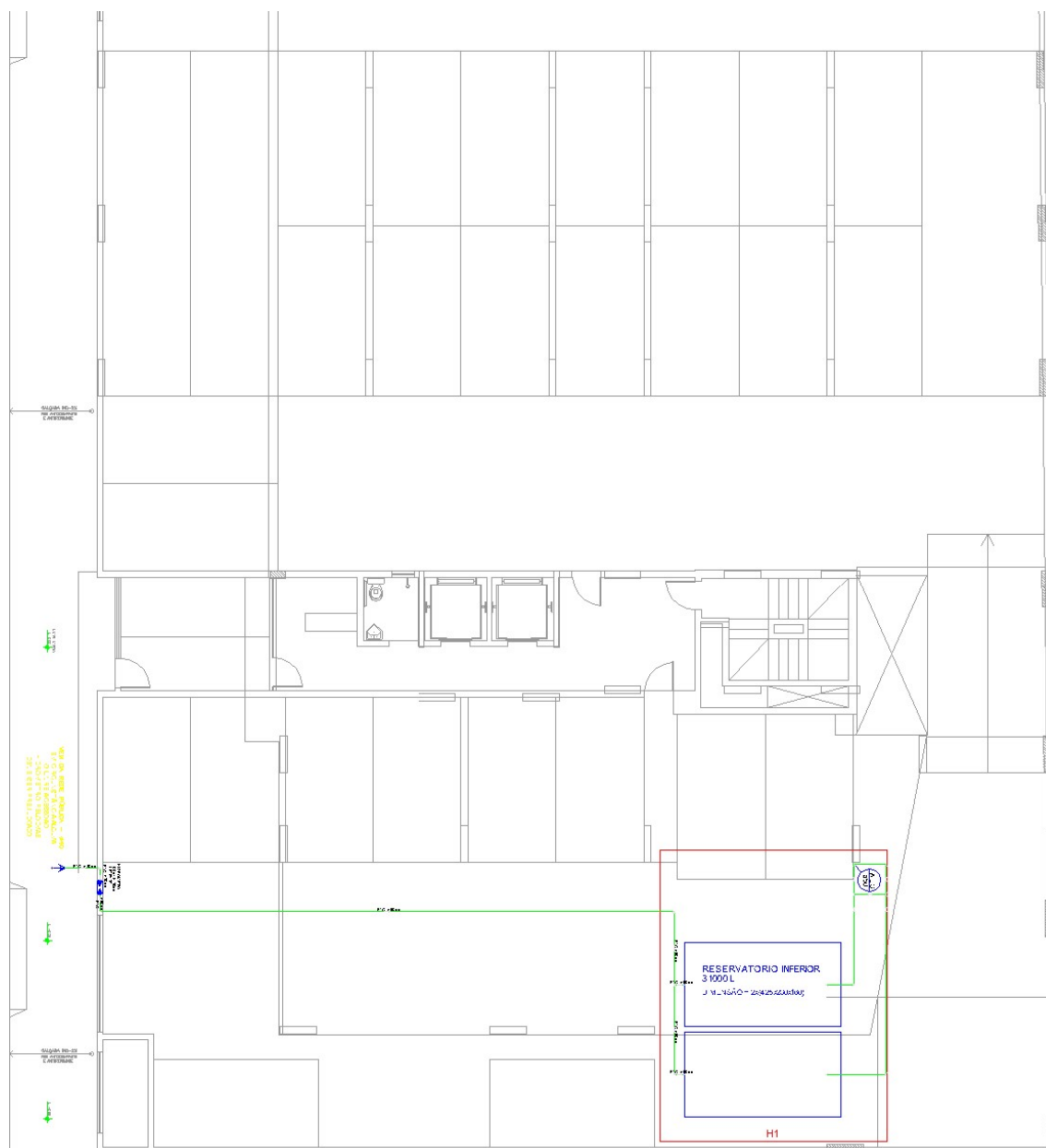


Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

3.4. Projeto hidrossanitário – Caso 01

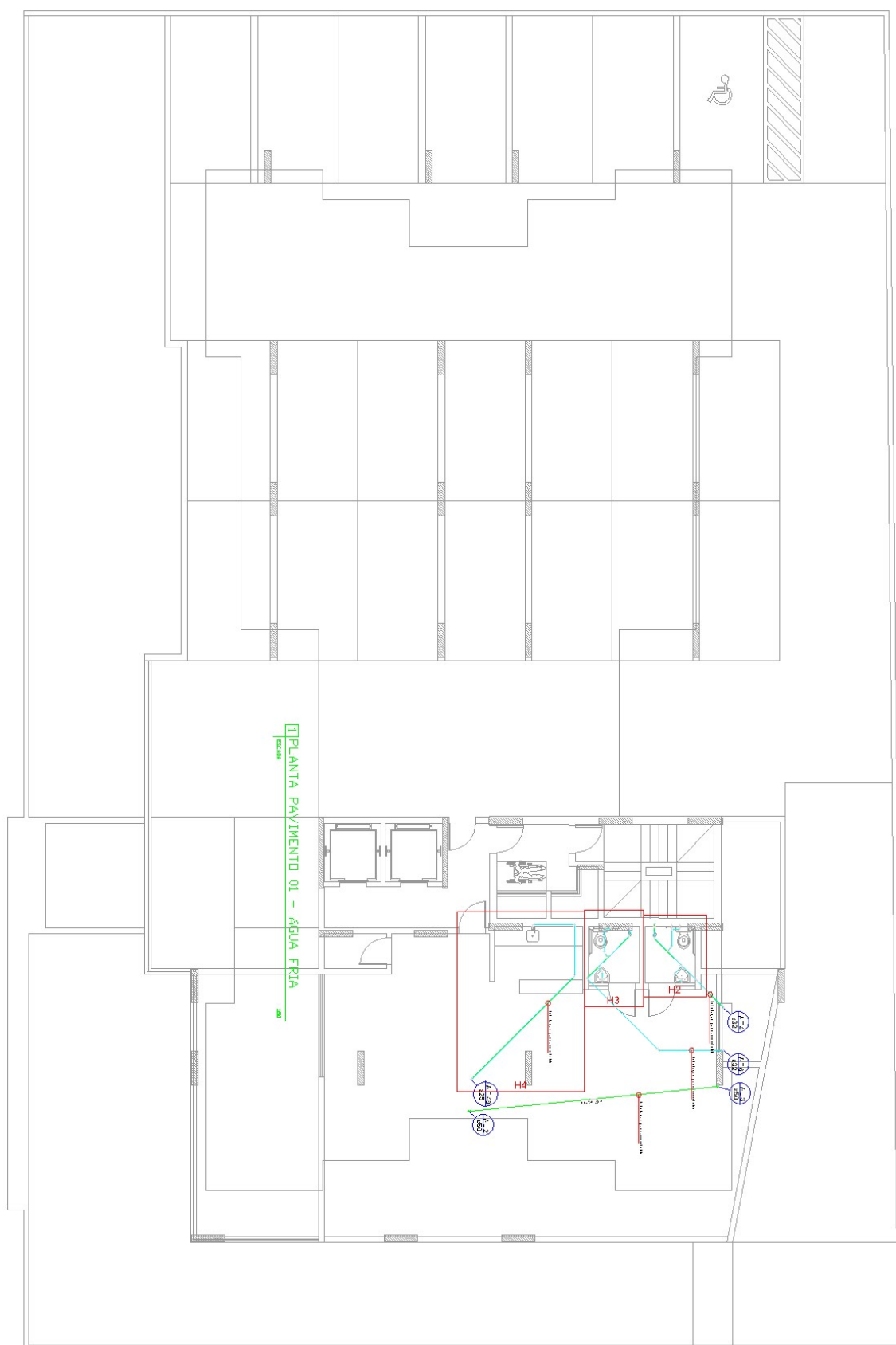
O projeto hidrossanitário contempla instalações de águas pluviais, esgoto e água fria. As tubulações de esgoto sanitário e pluvial serão da linha convencional em PVC série normal e série reforçada no pavimento térreo. As instalações de água fria serão em tubulação convencional de água fria em PVC soldável.

Figura 9 – Projeto Água Fria: Térreo (Caso 01)



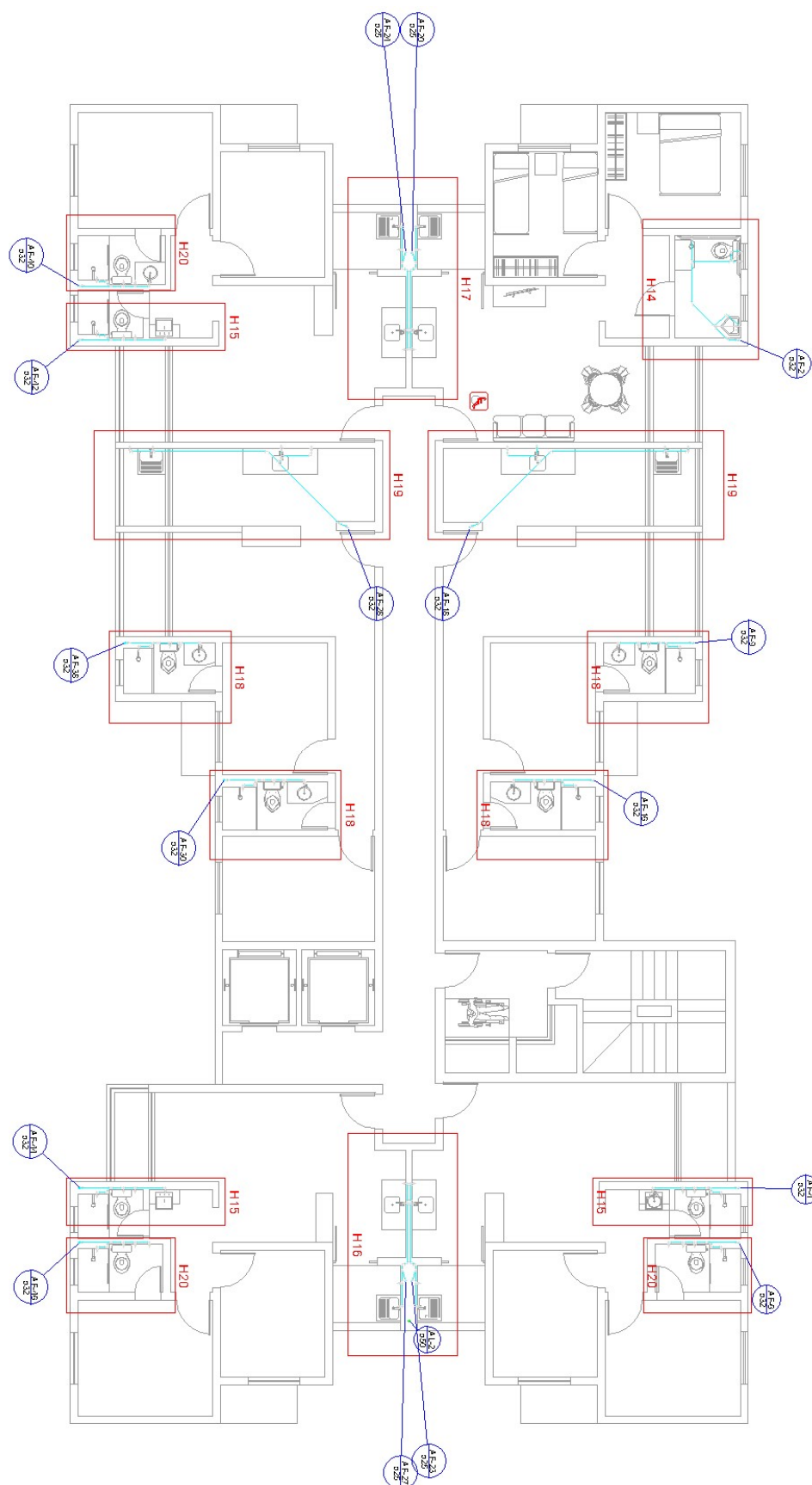
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 10 – Projeto Água Fria: Pav. 01 (Caso 01)



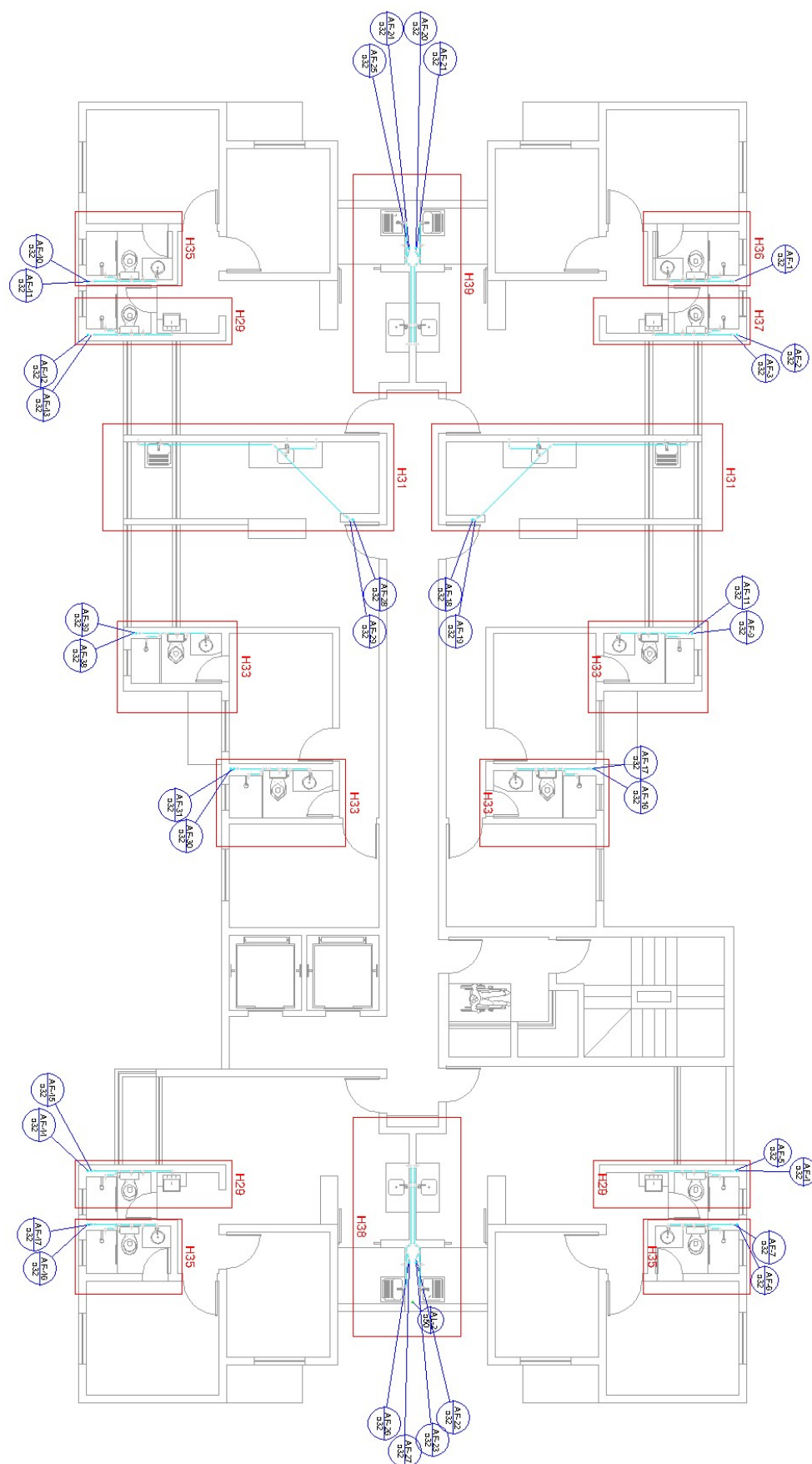
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 11 – Projeto Água Fria: Pav. 02 e 03 (Caso 01)



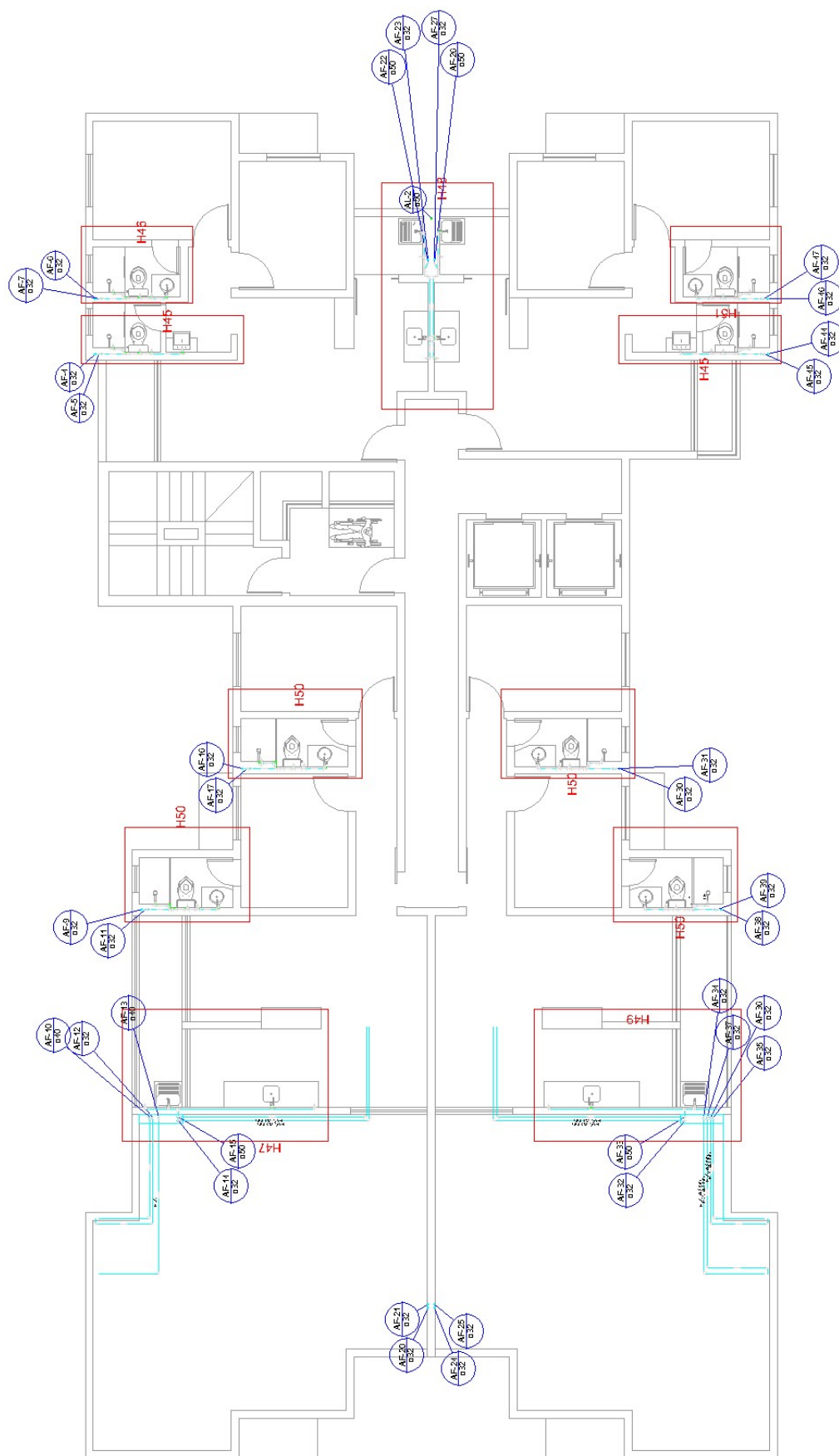
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 12 – Projeto Água Fria: Pav. 04 ao 11 (Caso 01)



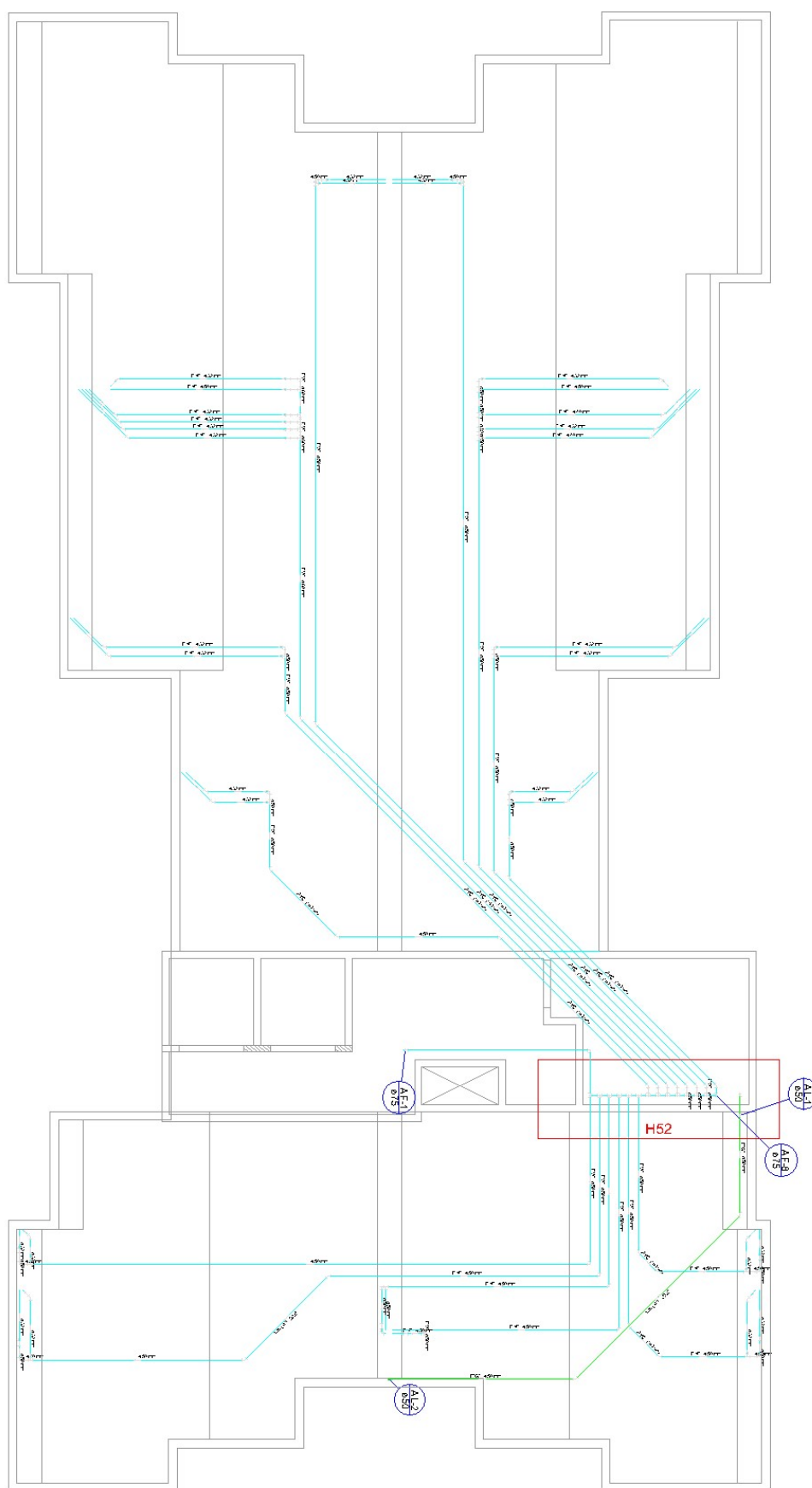
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 13 – Projeto Água Fria: Pav. 12 (Caso 01)



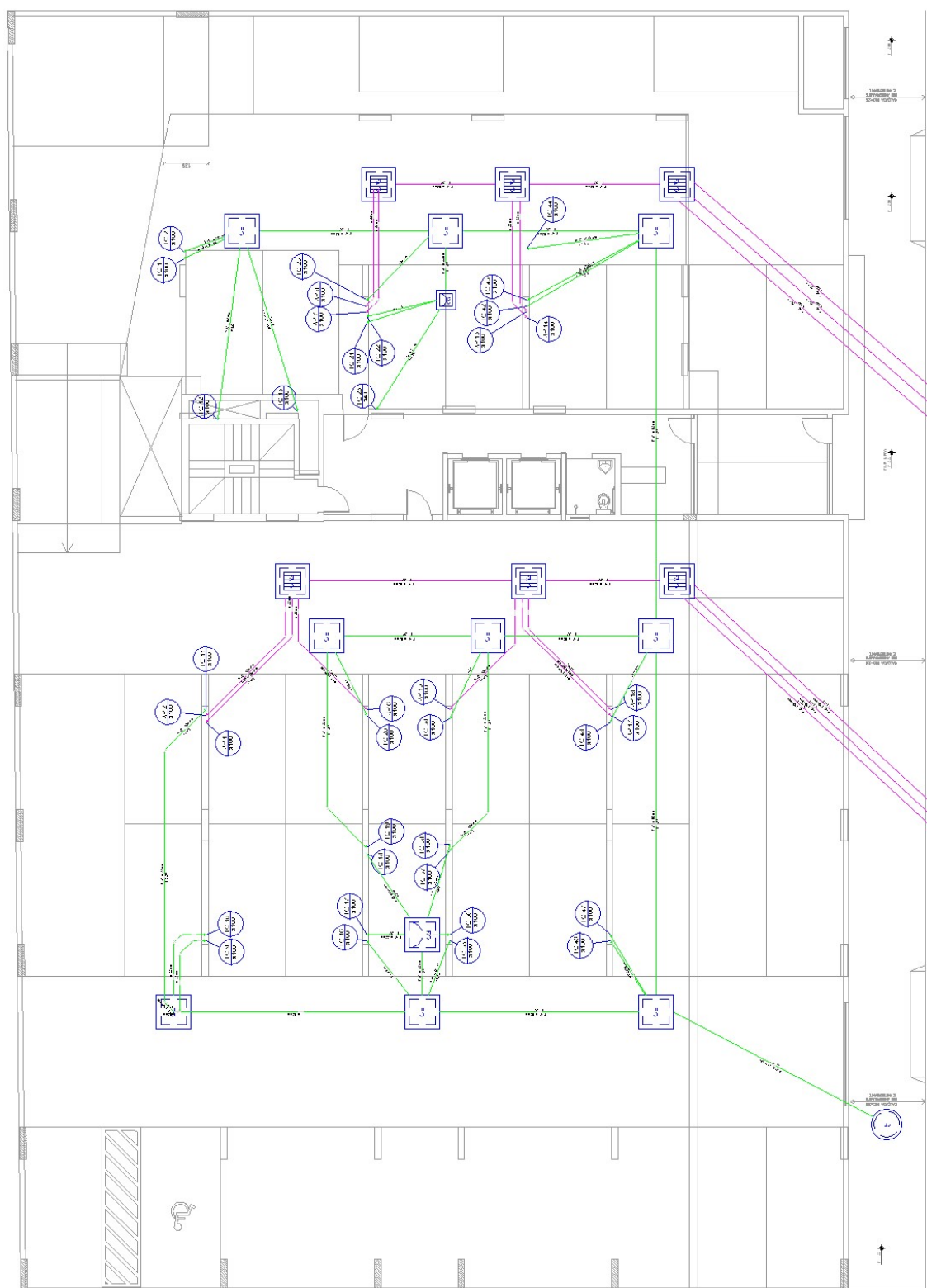
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 14 – Projeto Água Fria: Cobertura/Barriletes (Caso 01)



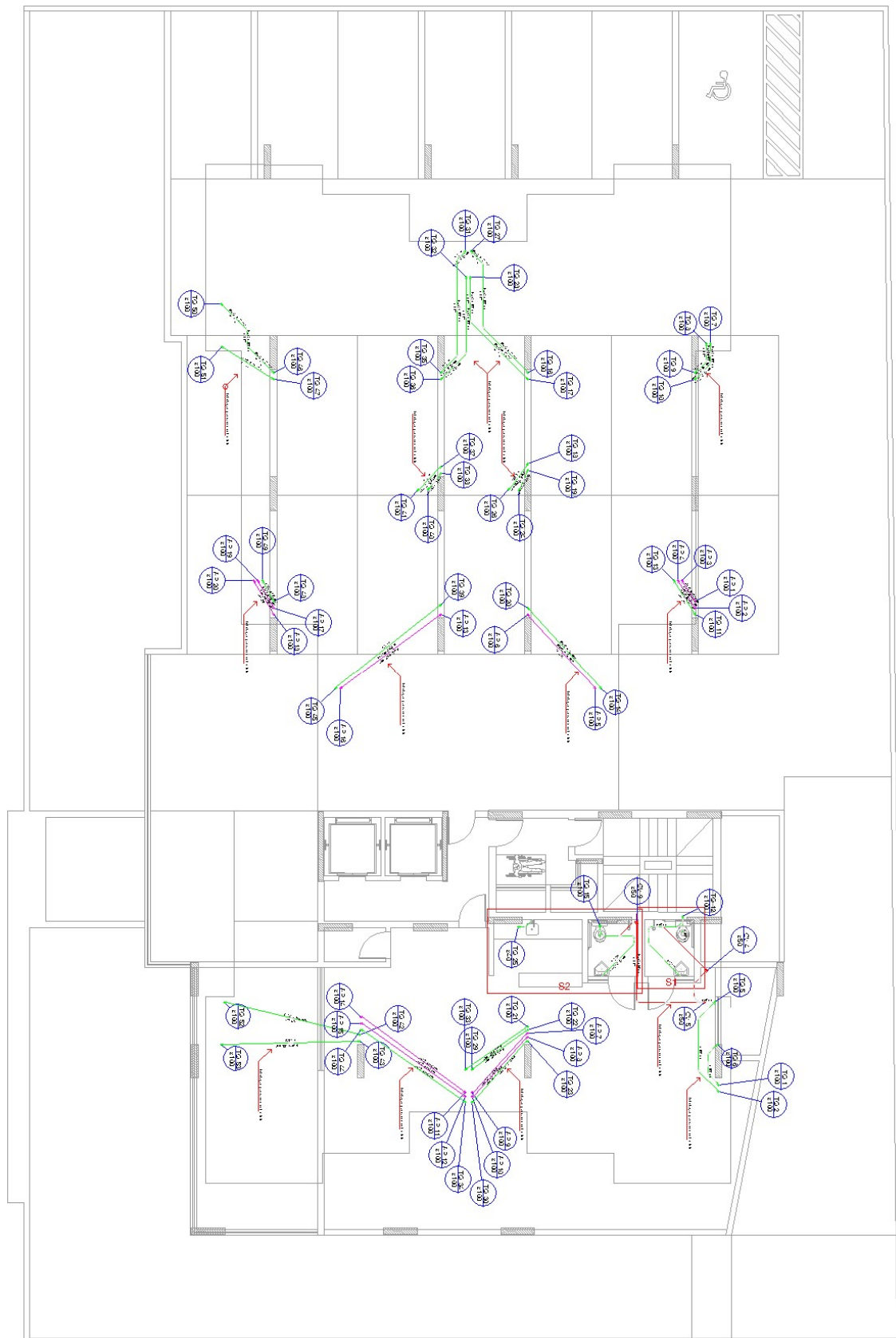
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 15– Projeto Esgoto/Pluvial: Térreo (Caso 01)



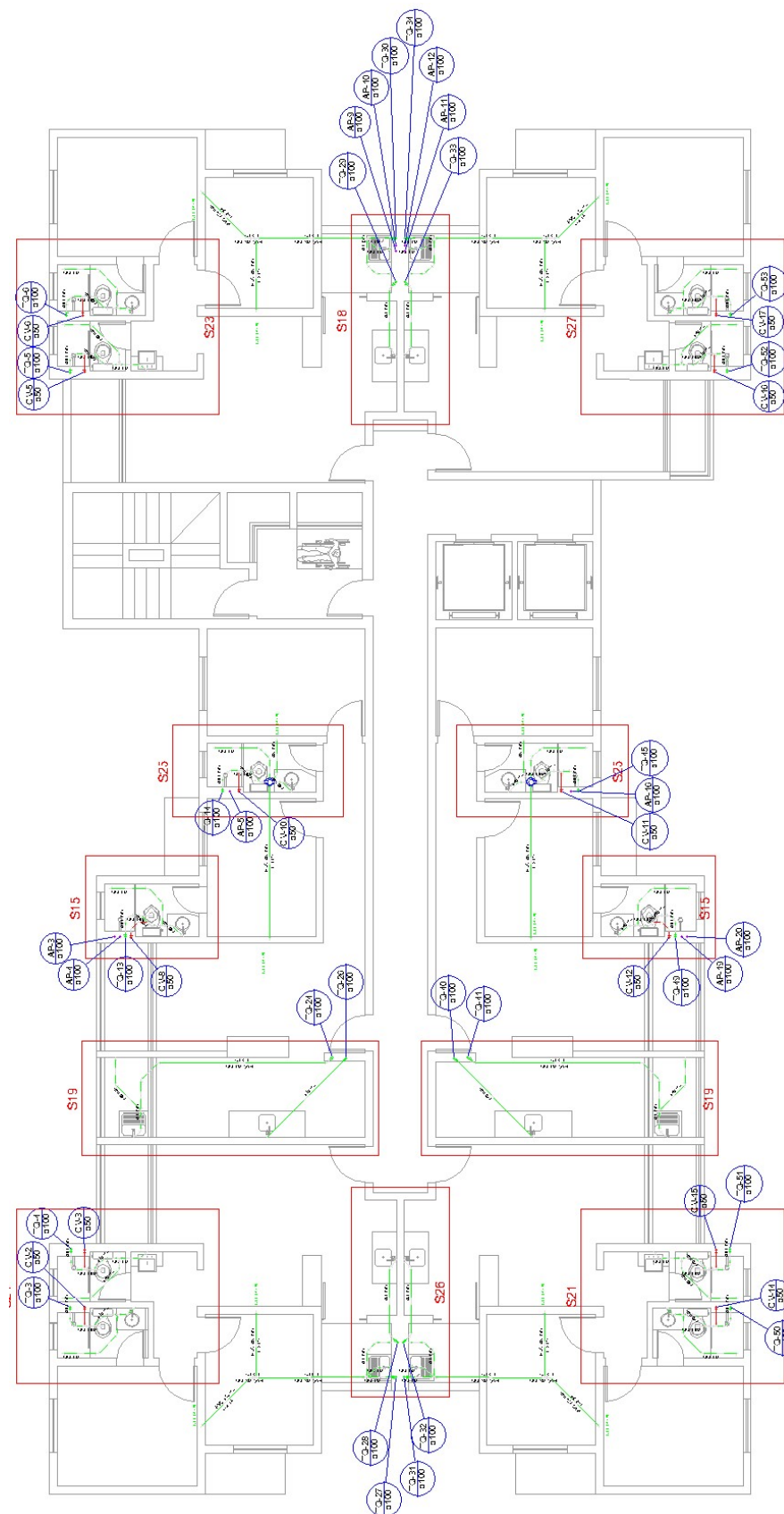
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 16 – Projeto Esgoto/Pluvial: Pav. 01 (Caso 01)



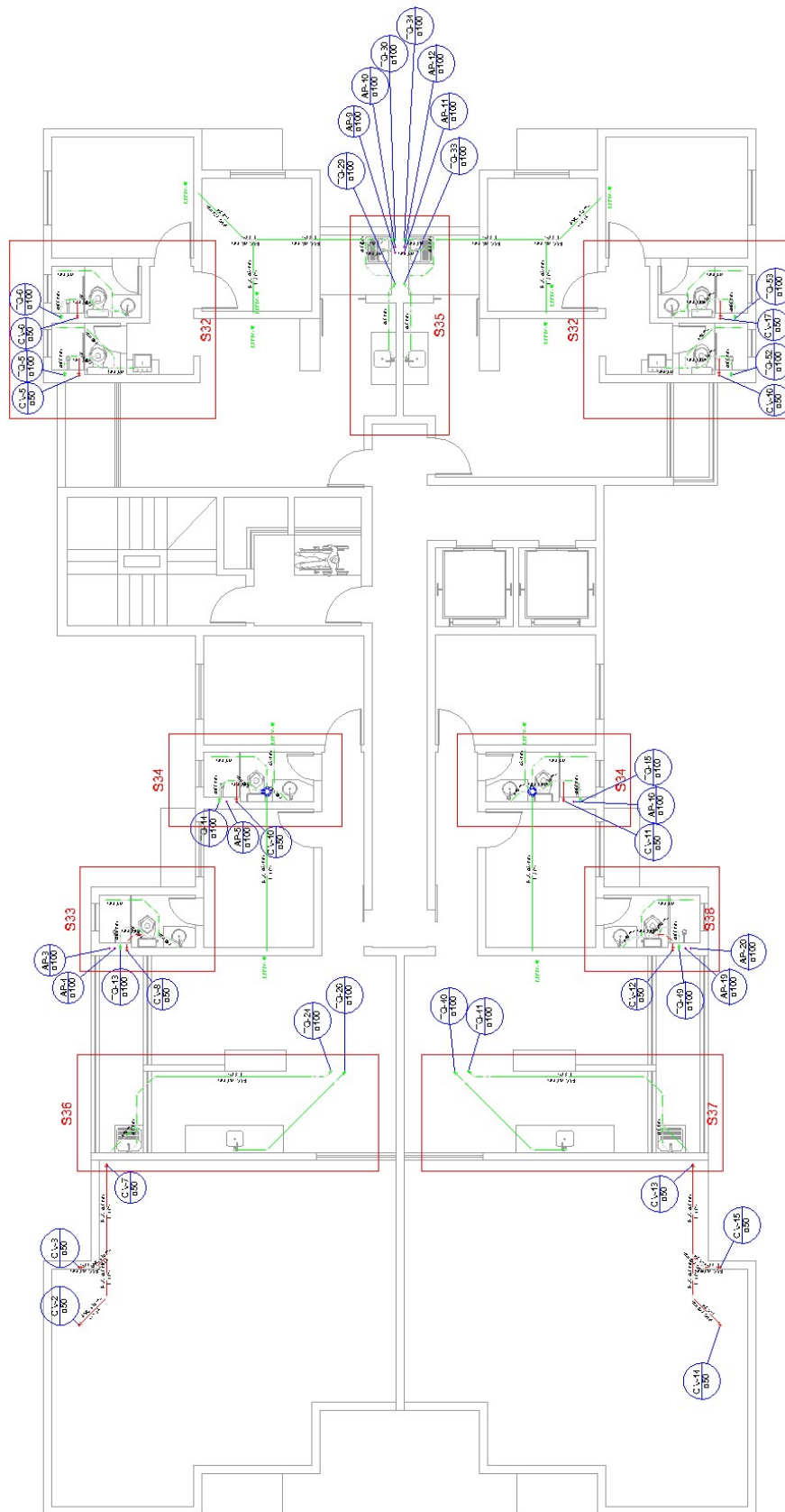
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 18 – Projeto Esgoto/Pluvial: Pav. 04 ao 11 (Caso 01)



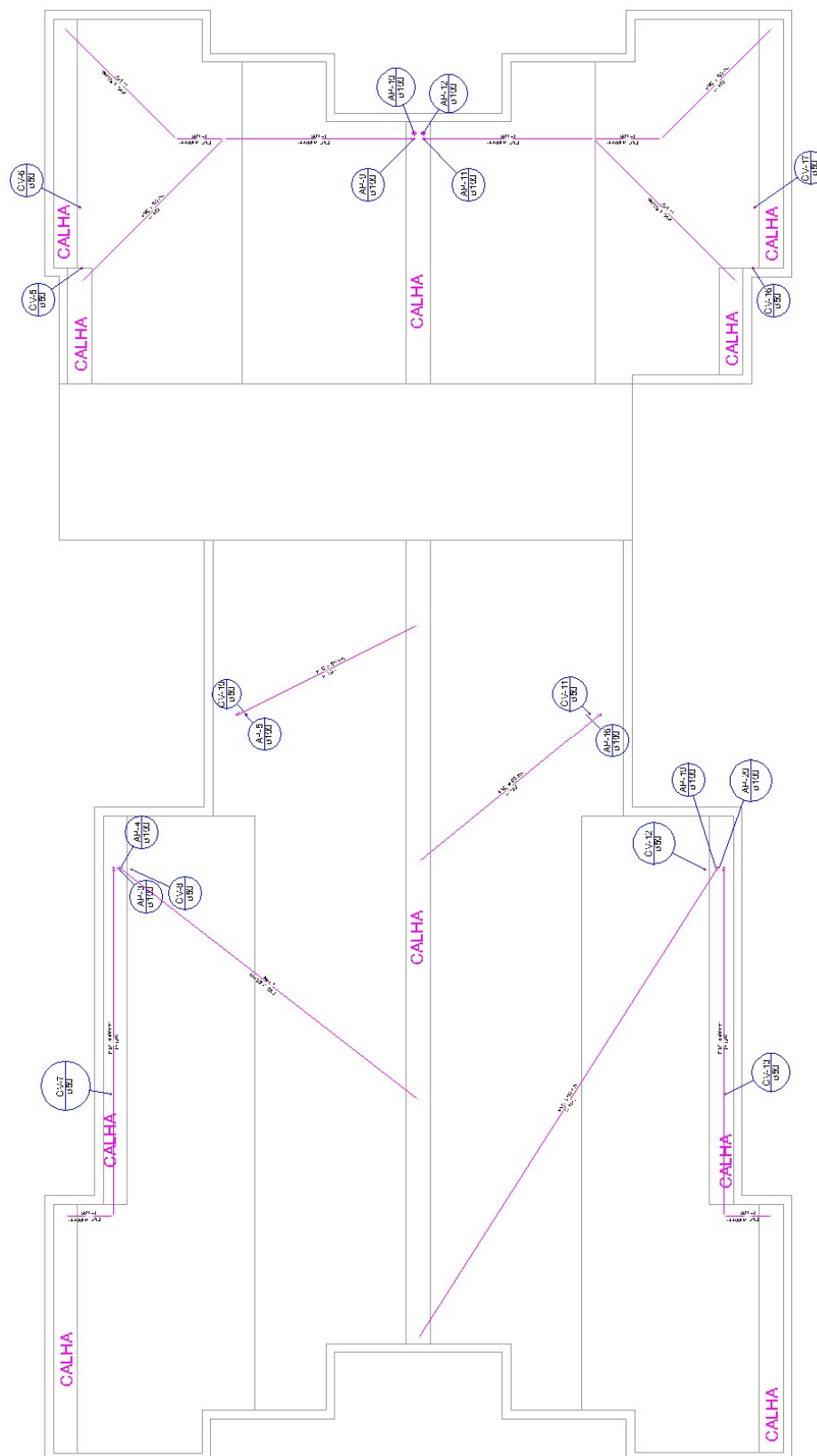
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 19 – Projeto Esgoto/Pluvial: Pav. 12 (Caso 01)



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 20 – Projeto Esgoto/Pluvial: Cobertura (Caso 01)



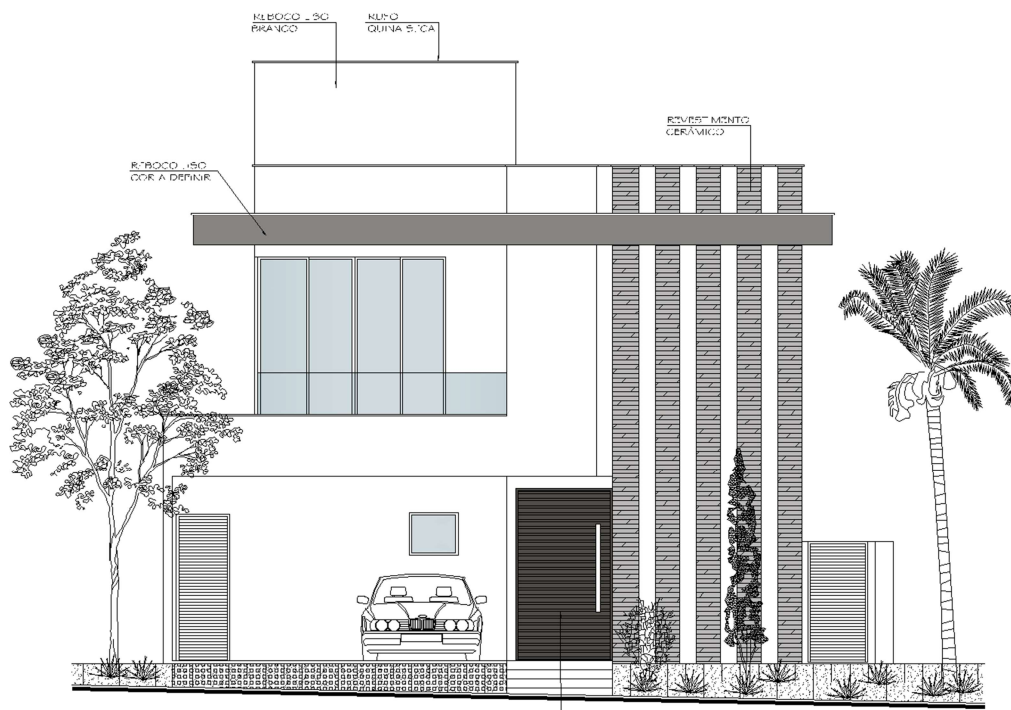
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

3.5. Projeto Arquitetônico – Caso 02

O projeto abordado para o estudo do segundo caso é composto por uma residência de valor médio, sendo dividida em dois pavimentos, apresentando uma área total construída de 337,24 m² com as seguintes características:

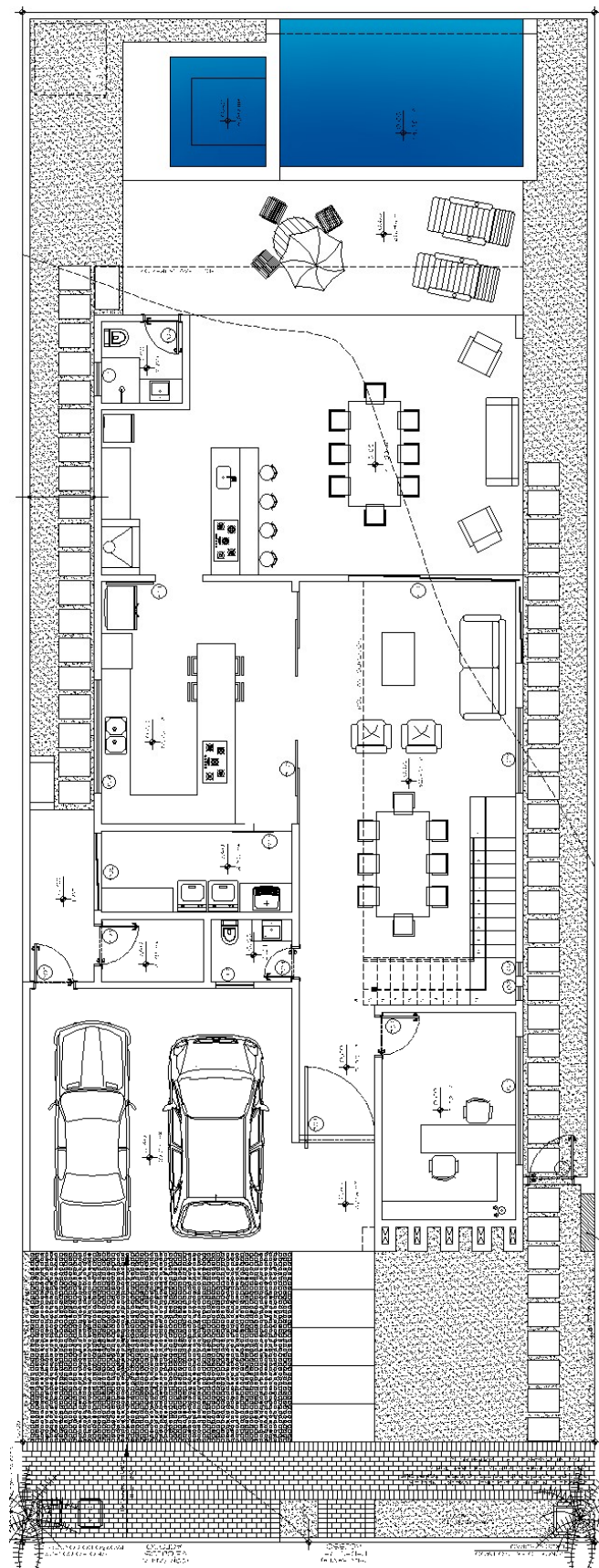
- 1) Terreno – 360,00 m²
- 2) Pavimento Térreo – 183,63 m²
 - a) Interno – 103,96 m²
 - b) Varanda – 44,53 m²
 - c) Garagem – 35,14 m²
- 3) Pavimento Superior – 153,61 m²
 - a) Interno - 141,37 m²
 - b) Sacada – 12,24 m²
- 4) Total – 337,24 m²
- 5) Padrão da obra conforme NBR 12.721/06 - R1 – A

Figura 21 – Projeto Arquitetônico: Fachada (Caso 02)



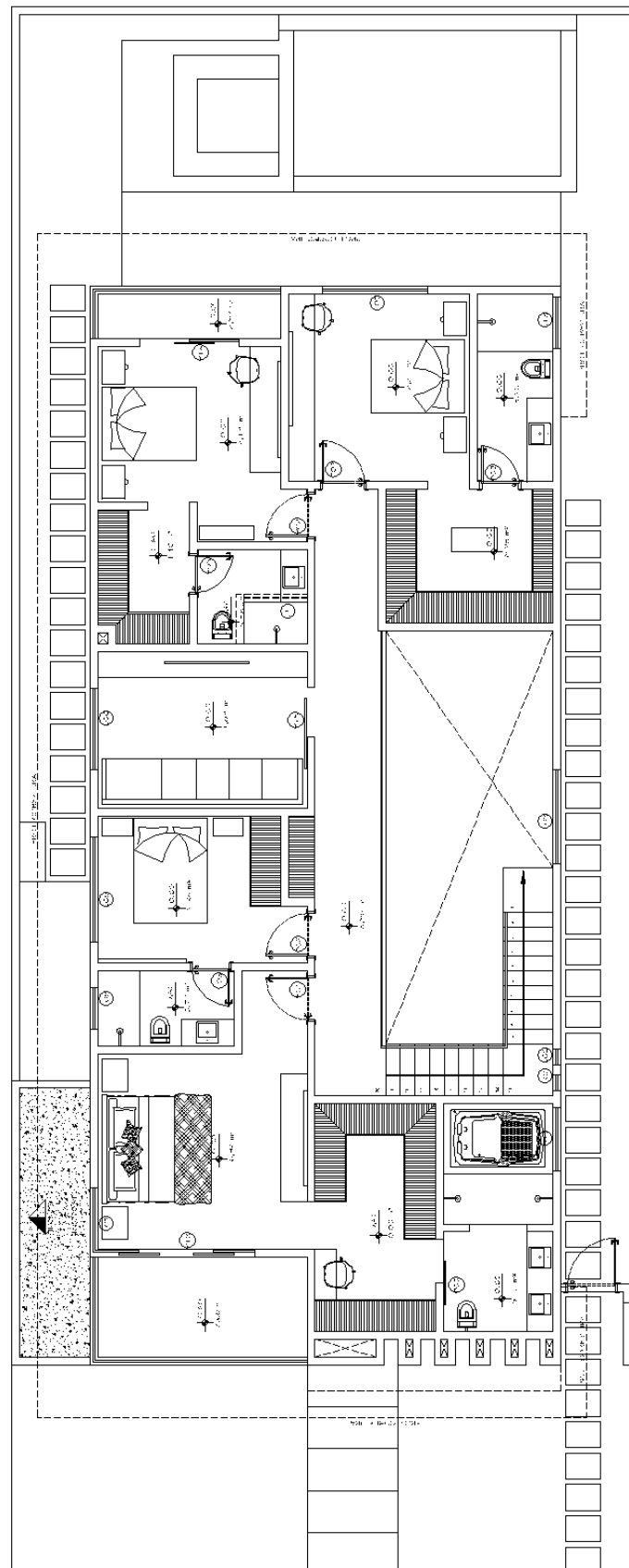
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 22 – Projeto Arquitetônico: Pavimento Térreo (Caso 02)



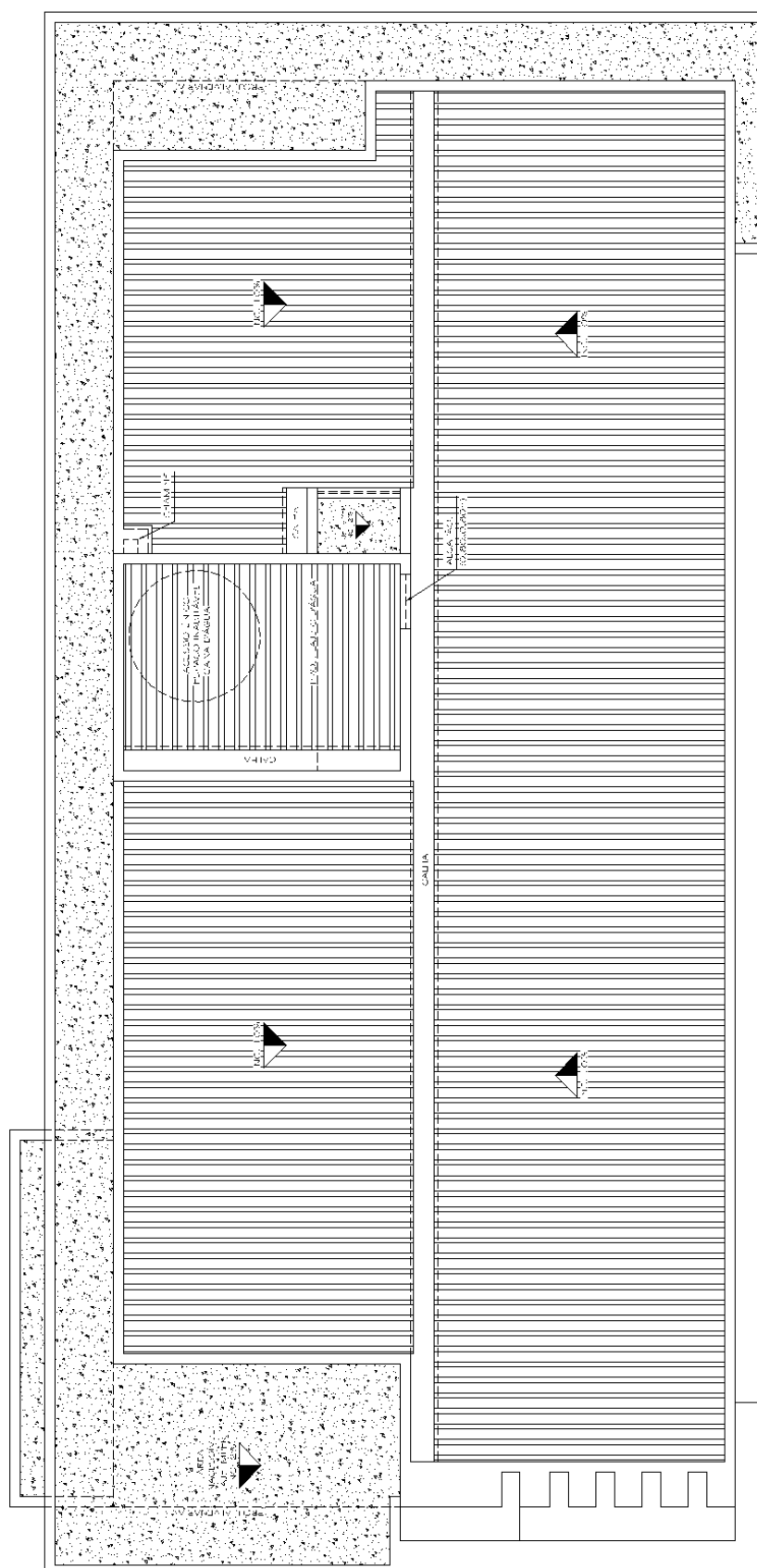
Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 23 – Projeto Arquitetônico: Pavimento Superior (Caso 02)



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

Figura 24 – Projeto Arquitetônico: Cobertura (Caso 02)



Sem escala. Fonte: Adaptado do projeto fornecido (2018)

4. Desenvolvimento

4.1. Desenvolvimento de estudo - Caso 01

Para o desenvolvimento de estudo do caso 01, foram pré-definidos seis passos, os quais são listados e descritos a seguir:

- 1) Estudo do projeto arquitetônico feito em CAD do edifício de múltiplo pavimentos, fornecido pela construtora;
- 2) Remodelagem do projeto arquitetônico do edifício na plataforma BIM, utilizando o software Autodesk Revit;
- 3) Estudo do projeto hidrossanitário feito em CAD do edifício de múltiplo pavimentos, fornecido pela construtora;
- 4) Remodelagem do projeto hidrossanitário do edifício na plataforma BIM, dentro do projeto arquitetônico, utilizando o software Autodesk Revit.
- 5) Análise de interferências entre o projeto hidrossanitário e arquitetônico e dentro do próprio sistema hidráulico;
- 6) Propor soluções de compatibilidade entre projetos.

4.1.1. Estudo do projeto arquitetônico – Caso 01

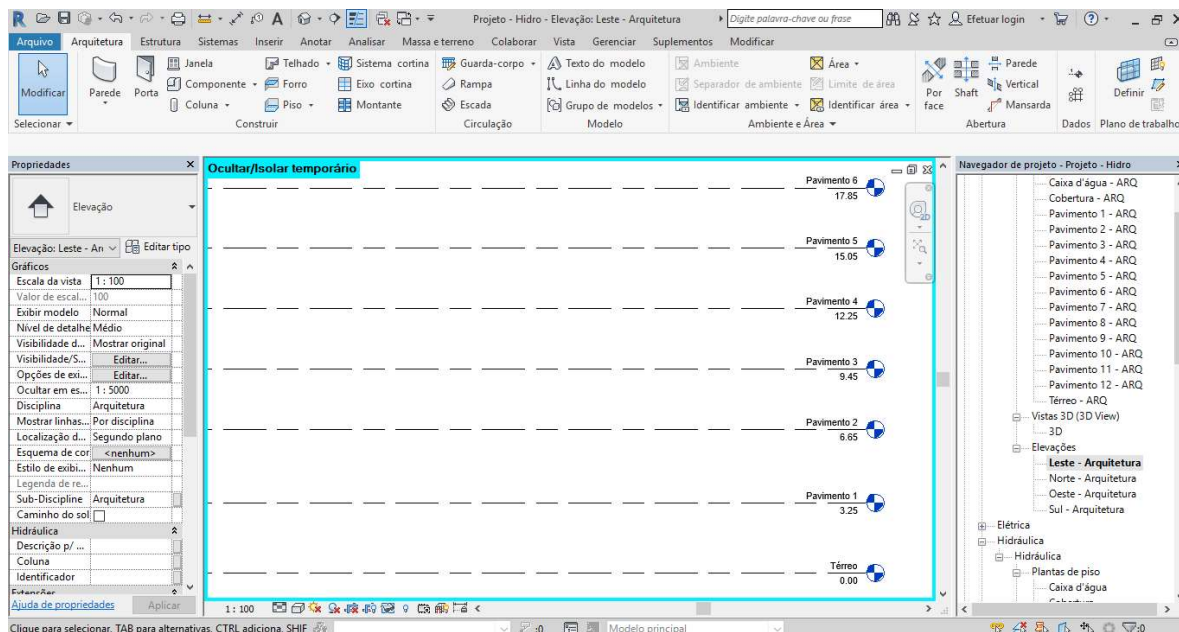
O projeto arquitetônico do edifício foi constituído por um conjunto de desenhos que abrange cortes, fachadas, planta baixa, planta de cobertura, planta de situação e localização, estes, tem por finalidade definir um layout da edificação e algumas configurações de projeto, como: espessuras de paredes, peitoril de janelas, etc.

Todas essas informações foram muito importantes para a remodelagem da arquitetura na plataforma BIM.

4.1.2. Remodelagem do projeto arquitetônico em BIM – Caso 01

No primeiro momento, configurou-se as distâncias entre os pavimentos nas vistas do Revit, levando como base o projeto em CAD. Criou-se então, os níveis de cada pavimento.

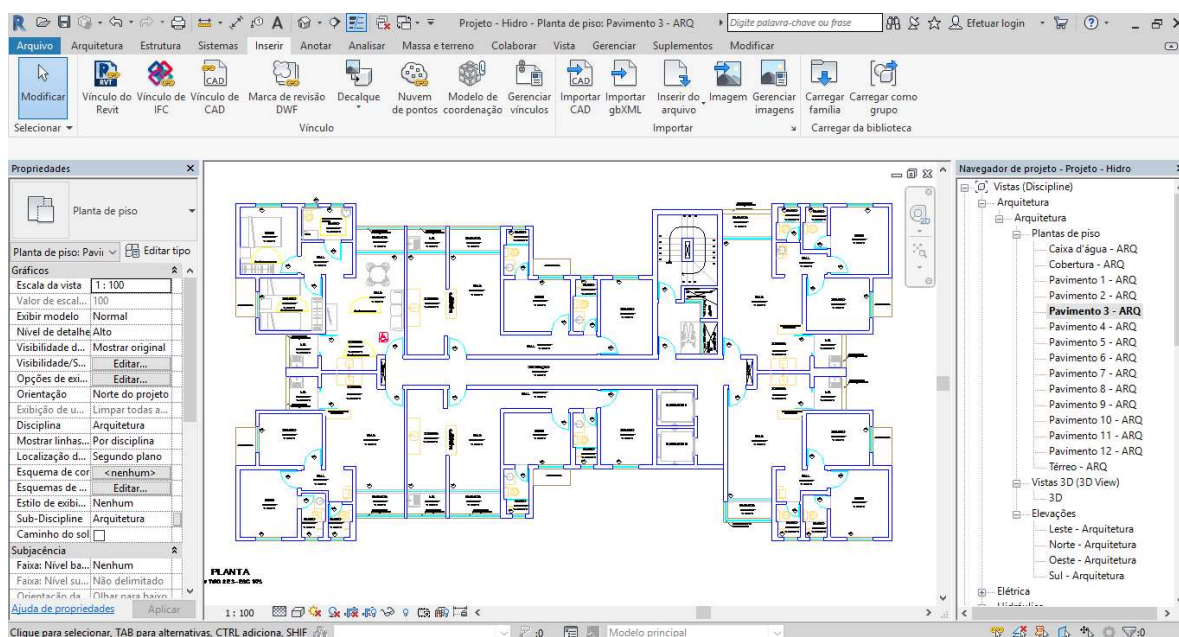
Figura 25– Criação dos níveis do edifício dentro do Revit



Fonte: Autor (2018)

Em seguida, transferiu-se as plantas baixas do projeto arquitetônico do CAD para o Revit relacionando-as em seus respectivos níveis, servindo assim de base para a remodelagem da arquitetura.

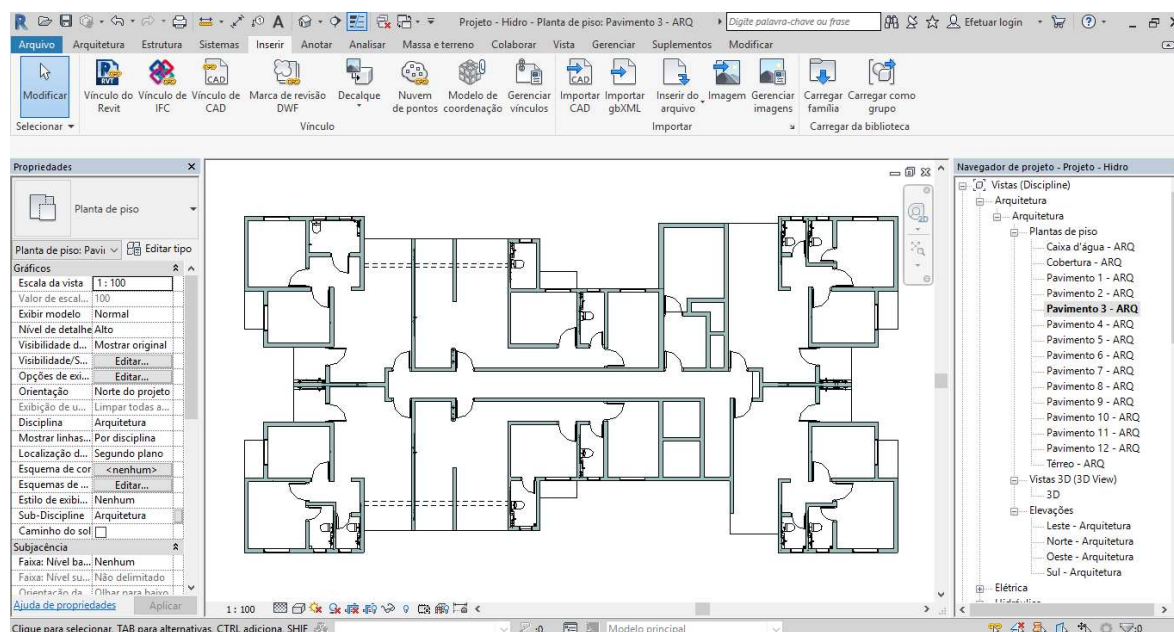
Figura 26 –Planta baixa do pavimento 03 do projeto arquitetônico feito em CAD inserido no nível do pavimento 03 criado no Revit



Fonte: Autor (2018)

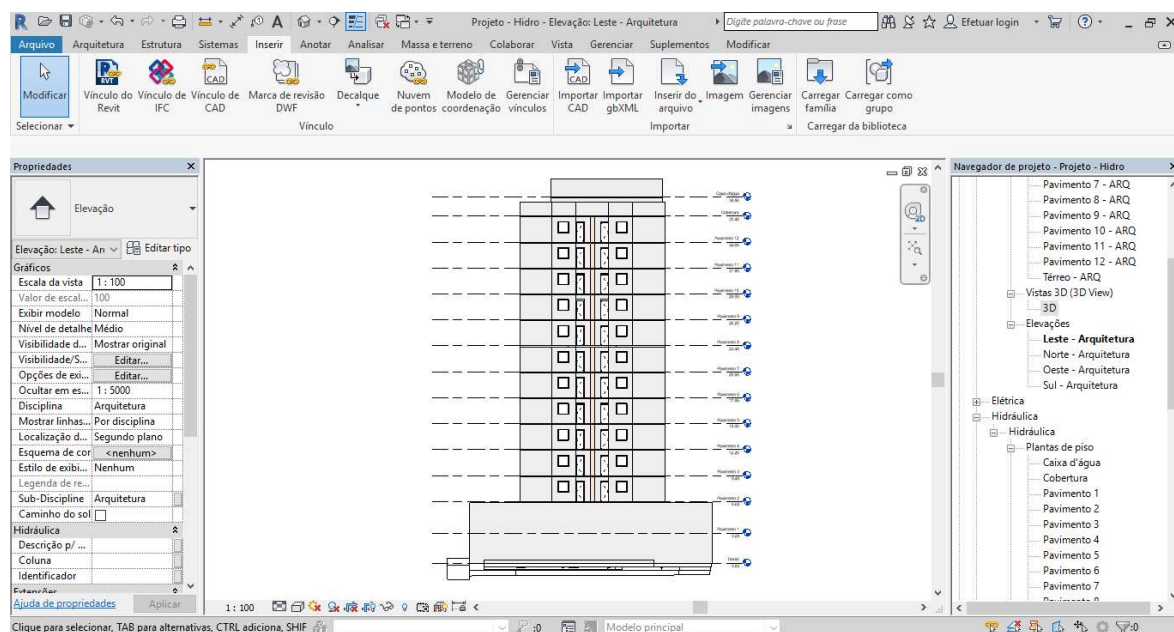
Analisando os cortes, quadros de esquadrias, dimensões dos elementos da arquitetura e com todas as plantas baixas do projeto arquitetônico feito em CAD inseridas em seus respectivos níveis no Revit, foi possível remodelar a arquitetura na plataforma BIM, iniciando pelo lançamento das paredes e pisos e posteriormente inserindo as esquadrias e portas.

Figura 27 – Planta baixa do pavimento 03 modelada no Revit



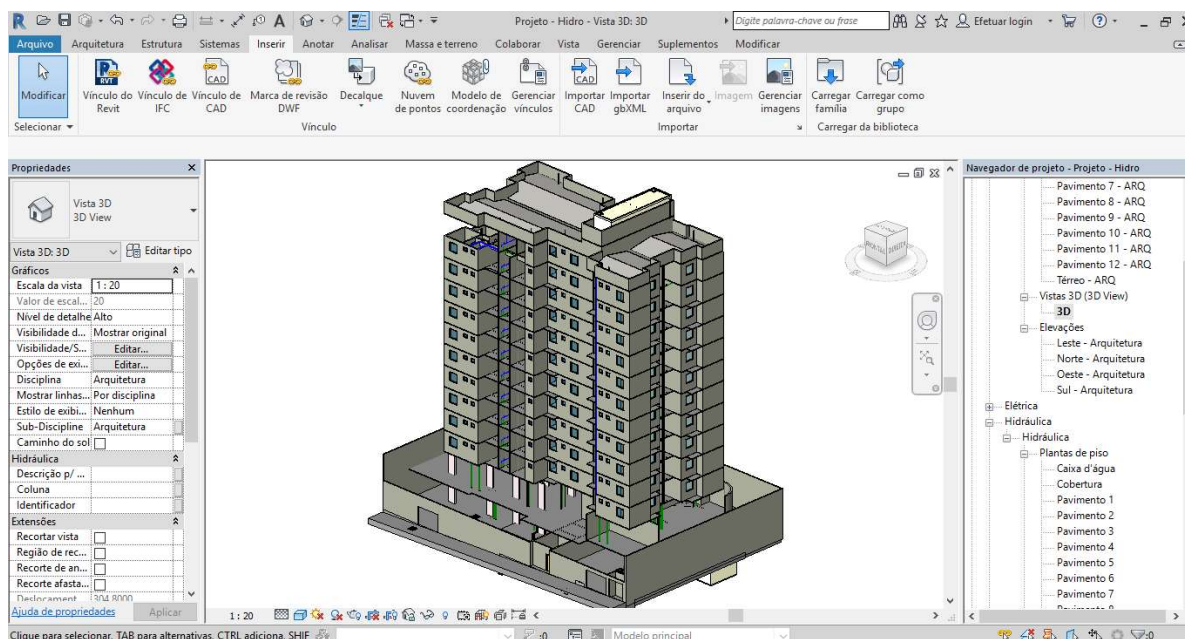
Fonte: Autor (2018)

Figura 28 – Vista leste do edifício modelado no Revit



Fonte: Autor (2018)

Figura 29 – Vista 3D do edifício feito no Revit



Fonte: Autor (2018)

4.1.3. Estudo do projeto hidrossanitário – Caso 01

O projeto hidrossanitário foi composto por um conjunto de tubulações e conexões que compõe o projeto de água fria, águas pluviais e esgoto. Todas informações contidas no projeto em CAD, como diâmetro dos tubos, altura dos pontos de água fria e esgoto, nomenclaturas para as tubulações verticais, singularidades e materiais foram importantes para a remodelagem na plataforma BIM.

4.1.4. Modelagem do projeto hidrossanitário em BIM – Caso 01

No primeiro momento, buscou-se um bom template/modelo para se trabalhar com projetos hidrossanitários no Revit.

“Template ou modelo é definido como um tipo de arquivo padrão, pré-formatado para fundamentar outros arquivos, principalmente documentos. Os modelos contêm um conjunto de elementos que são criados para padronizar a configuração de visualização através dos documentos finais.”. (ARAÚJO, 2017)

O uso de um bom template para o desenvolvimento de projetos permite ao usuário gastar menos tempo com formatação e representação de desenhos e dedicar mais tempo à concepção do projeto. Os arquivos templates também fornecem informações precisas e um nível de consistência de dados (etapas de projeto, componentes, tabelas, entre outros).

A Tigre® disponibiliza em seu site um template completo de hidráulica para Revit com todos seus produtos configurados e parametrizados dentro do modelo. Foi utilizado esse template para a remodelagem do projeto hidrossanitário do edifício.

Com isso, foi inserido as configurações do template de hidráulica da Tigre® no projeto arquitetônico feito no Revit, tornando assim possível de se modelar o projeto hidrossanitário dentro do projeto arquitetônico.

O projeto hidrossanitário foi remodelado seguindo exatamente as propriedades e medidas do projeto em CAD fornecido pela construtora, para, assim, ter-se noção de todas incompatibilidades do sistema que seriam encontradas na etapa obra seguindo o modelo tradicional de projeto.

Foram lançadas, primeiramente, as peças hidrossanitárias, como vasos sanitários, pias de banheiro e de cozinha, tanques de lavar roupas, torneiras, chuveiros, etc. Em seguida modelou-se as tubulações de água fria, começando pelo pavimento térreo com a alimentação (hidrômetro, bombas de recalque e reservatório inferior) e subindo para a cobertura.

Para o lançamento dos tubos de água fria adotou-se a estratégia de partir dos pontos de utilização com os sub-ramais, liga-los aos ramais e posteriormente conecta-los as colunas de distribuição. Foram adicionados todos os registros pertencentes a cada tubo de acordo com o projeto fornecido pela construtora.

Com todo o sistema de tubos e registros de água fria lançado em todos os cômodos de área molhada de um pavimento tipo, foi possível copia-lo e cola-lo alinhado aos demais pavimentos tipos. Lançado todo o sistema de água fria em todos os pavimentos, foi possível fazer a modelagem dos barriletes e do reservatório superior.

Todos acessórios e tubos utilizados no lançamento do sistema de água fria são produtos da Tigre®, exceto os registros, as peças hidrossanitárias, o hidrômetro, as bombas de recalque e os reservatórios inferior e superior, que são moldados in loco, segundo o projeto fornecido pela construtora.

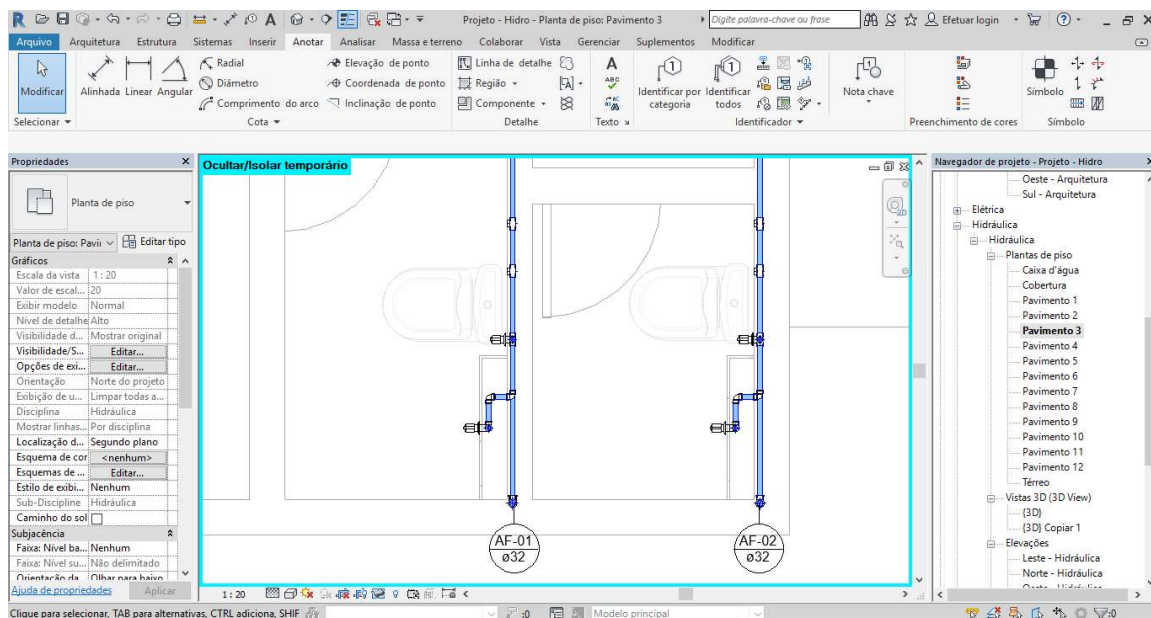
Foram atribuídas cores para cada tipo de sistema. Azul para água fria doméstica, verde para esgoto, cinza para ventilação e magenta para pluvial, conforme Figura 30.

Figura 30 – Cores atribuídas a cada tipo de sistema do projeto hidrossanitário



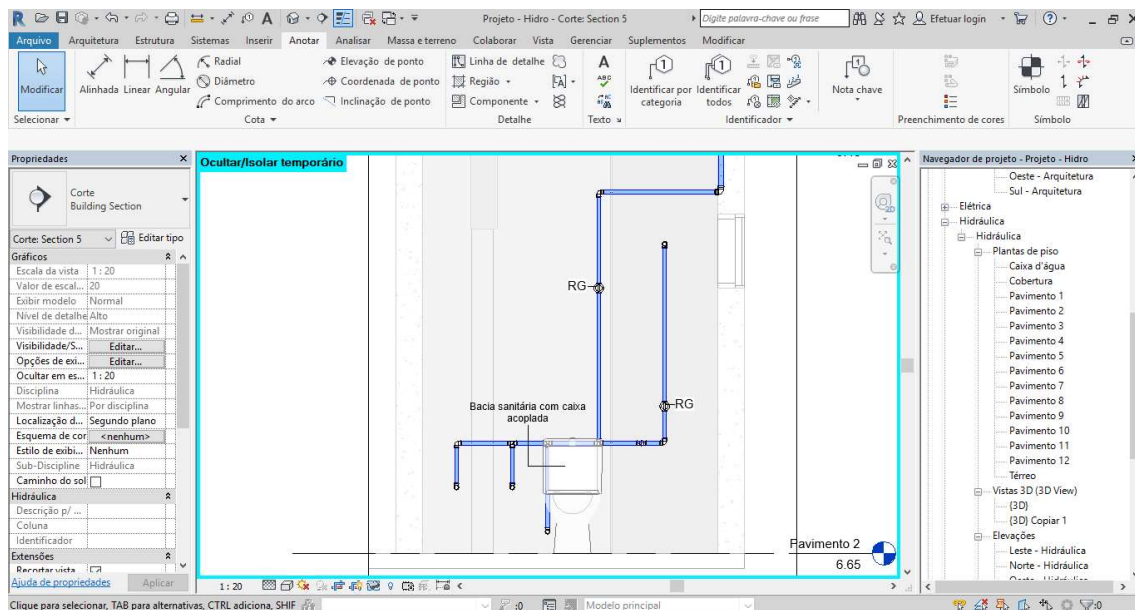
Fonte: Autor (2018)

Figura 31 – Vista da planta baixa do pavimento 03 com o lançamento das tubulações de água fria em dois banheiros



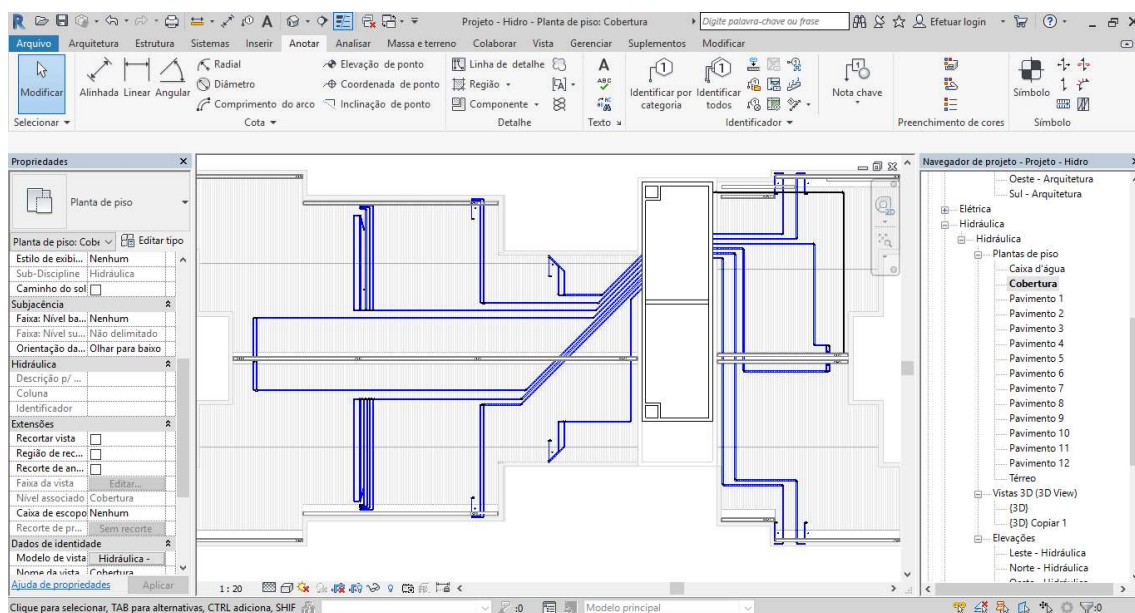
Fonte: Autor (2018)

Figura 32 – Vista frontal do lançamento sistema de água fria de um banheiro



Fonte: Autor (2018)

Figura 33 – Vista da planta baixa da cobertura e dos barriletes de água fria

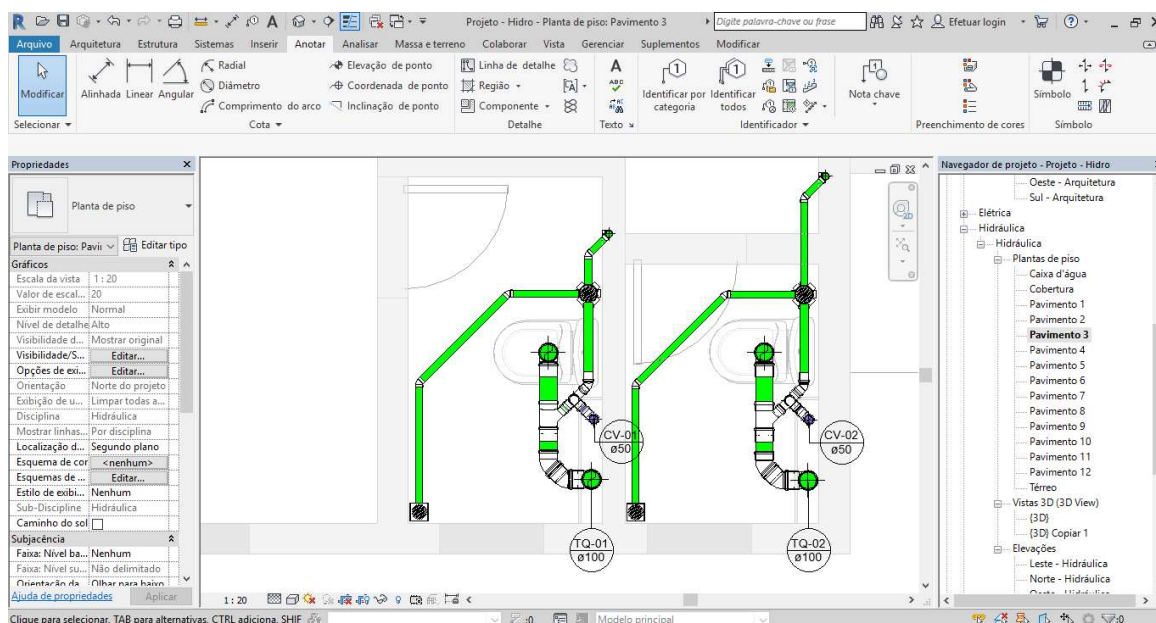


Fonte: Autor (2018)

Após o lançamento do sistema de água fria, iniciou-se o lançamento do sistema de esgoto e ventilação. A modelagem partiu-se dos pontos de utilização, foram feitos os ramais de descarga e ramais de esgoto e ligou-se aos tubos de queda. Após o lançamento completo do esgoto de um pavimento, foram lançados os tubos de ventilação primária próximo a cada caixa sifonada de cada banheiro. Feito isso, todo sistema do pavimento tipo foi copiado e colado aos demais pavimentos tipos.

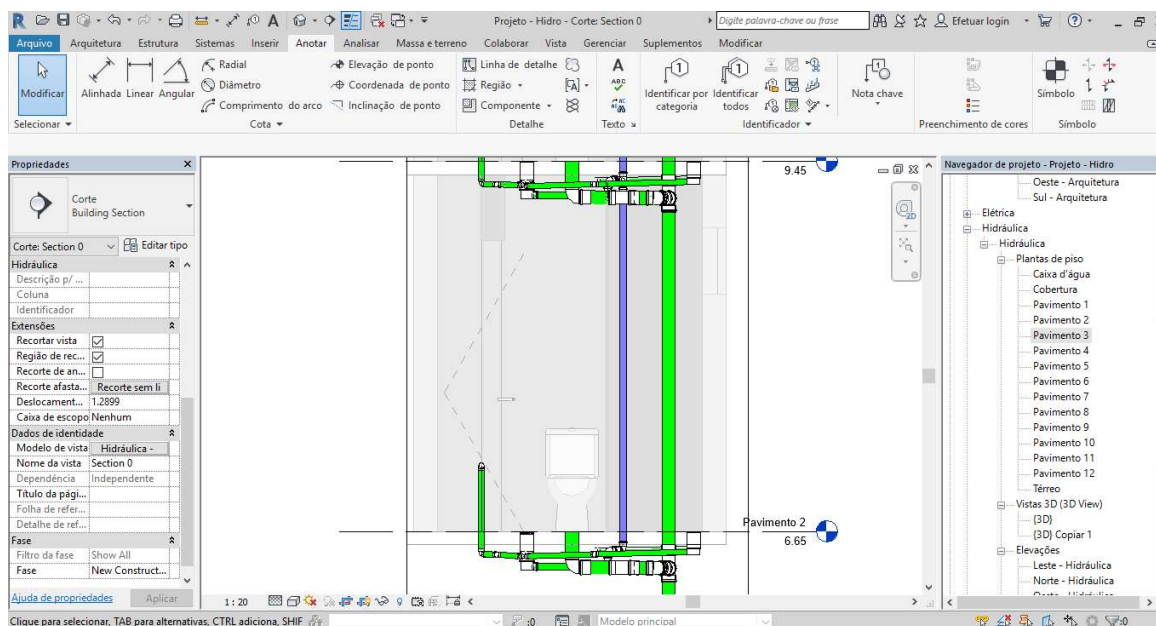
O lançamento final do sistema de esgoto deu-se no pavimento térreo, com a locação das caixas de inspeção, caixas de passagem e caixas de gordura. O sistema foi finalizado com o lançamento dos subcoletores e do coletor predial. Todos acessórios e tubos usados no lançamento do sistema de esgoto e ventilação são produtos da Tigre®, exceto as caixas de inspeção e de gordura, que são moldadas in loco.

Figura 34 – Vista da planta baixa do pavimento 03 com lançamento do sistema de esgoto em banheiros



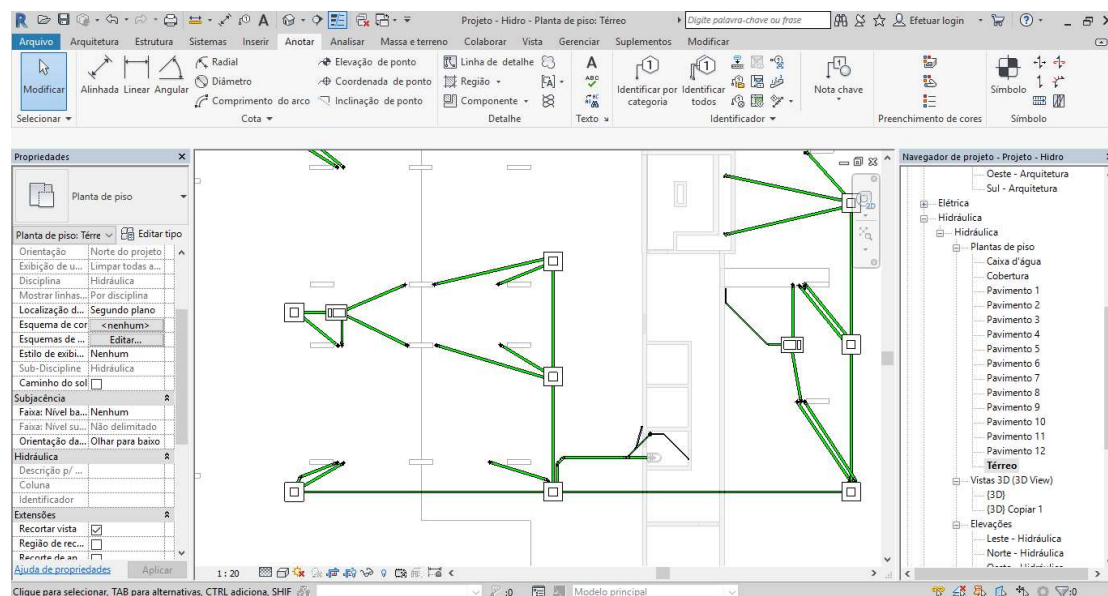
Fonte: Autor (2018)

Figura 35 – Vista frontal do lançamento do sistema de esgoto de um banheiro



Fonte: Autor (2018)

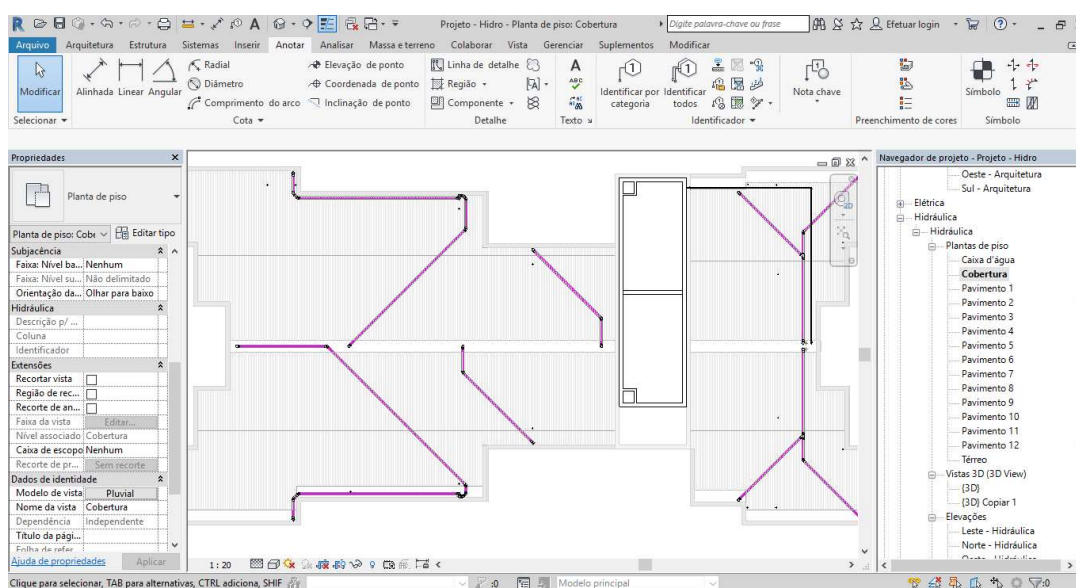
Figura 36 – Vista da planta baixa do pavimento térreo com o lançamento do sistema de esgoto/inspeção



Fonte: Autor (2018)

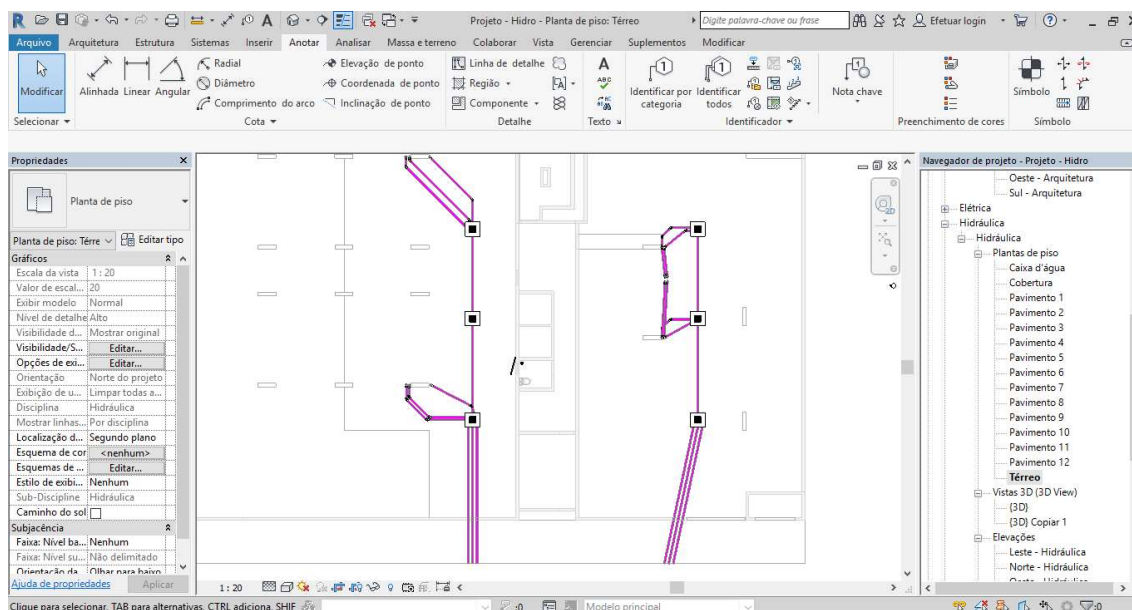
O último sistema lançado foi o sistema de águas pluviais. Iniciou-se a modelagem pela cobertura com o lançamento das calhas e das tubulações, criou-se os condutos verticais de águas pluviais até o térreo, lançando-as até as caixas de passagens e posteriormente, pelos condutos horizontais, até a sarjeta da rua. Todos acessórios e tubos usados no lançamento do sistema de águas pluviais são produtos da Tigre®, exceto as caixas de passagem, que são moldadas in loco e as calhas, que são de aço galvanizado, segundo o projeto fornecido pela construtora.

Figura 37 – Vista da planta baixa da cobertura com o lançamento do sistema pluvial



Fonte: Autor (2018)

Figura 38 – Vista da planta baixa do pavimento térreo com o lançamento do sistema pluvial/inspeção



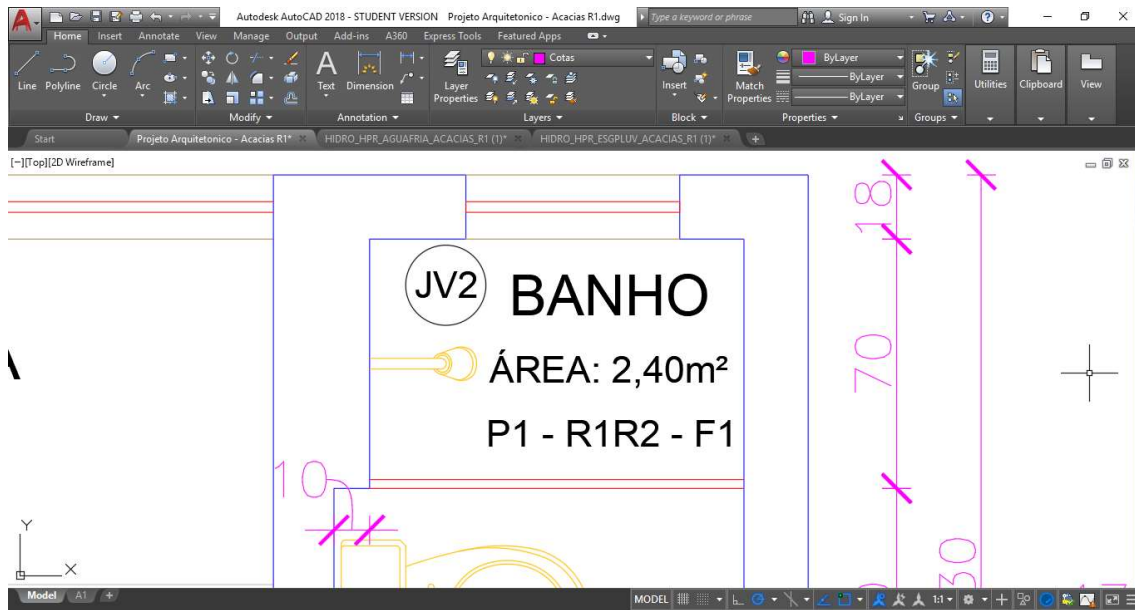
Fonte: Autor (2018)

4.1.5. Análise de interferências entre projetos – Caso 01

A medida que o projeto hidrossanitário era modelado no Revit, as interferências se tornavam evidentes. A primeira interferência encontrada foi na configuração do shaft, onde as dimensões dele não atenderia aos diâmetros dos tubos.

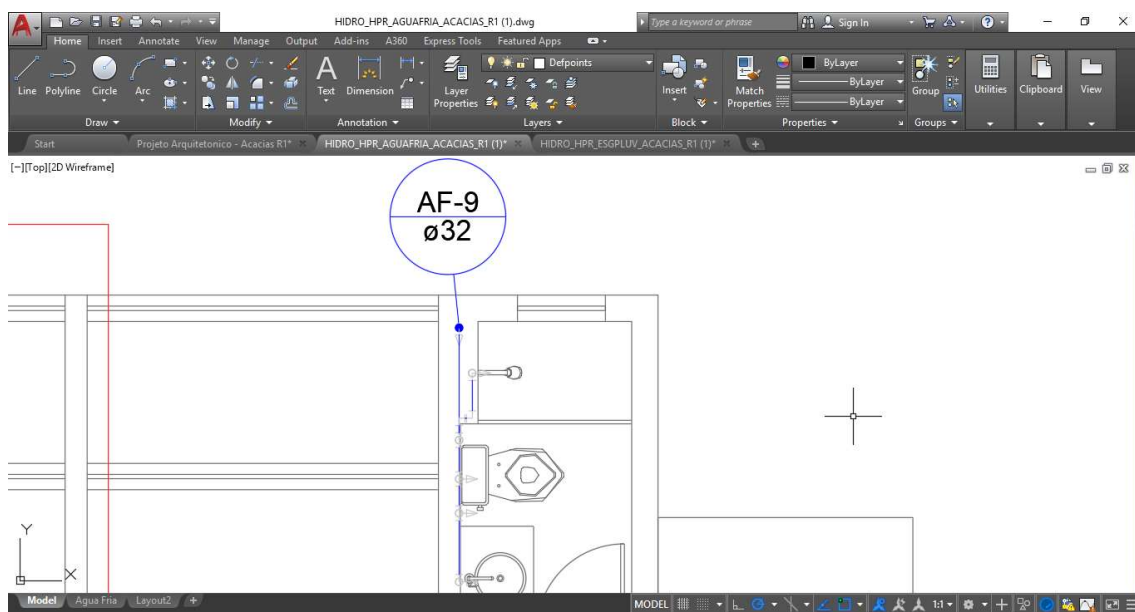
Na Figura 39 podemos observar que no projeto arquitetônico fornecido pela construtora o espaço reservado para o shaft é de 10 centímetros. Retirando a espessura do gesso de 1,5 centímetros, o vão livre que sobra para a passagem das tubulações é de 8,5 centímetros, no qual não é suficiente para a passagem dos tubos de diâmetro de 100 milímetros de esgoto e pluvial. Esse detalhe do conflito pode ser melhor observado na Figura 42. É possível observar também que existe uma sobreposição dos tubos de esgoto e de pluvial com os tubos de água fria que abastecem as pias e vasos sanitários dos banheiros.

Figura 39 – Vista da planta baixa de um banheiro no projeto arquitetônico em CAD



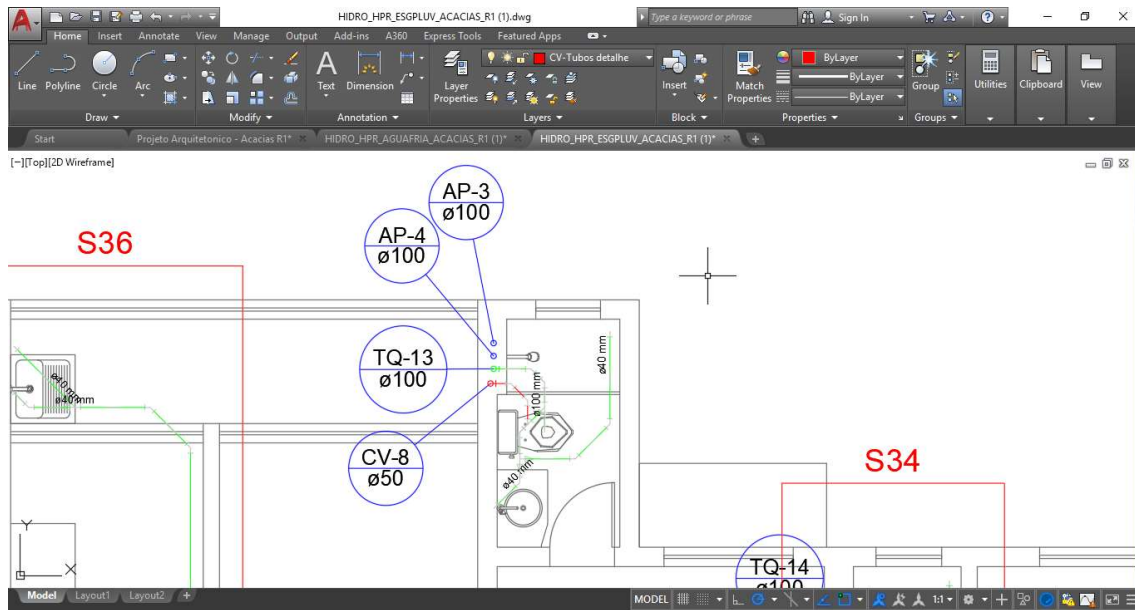
Fonte: Autor (2018)

Figura 40 – Vista da planta baixa de um banheiro no projeto de água fria em CAD



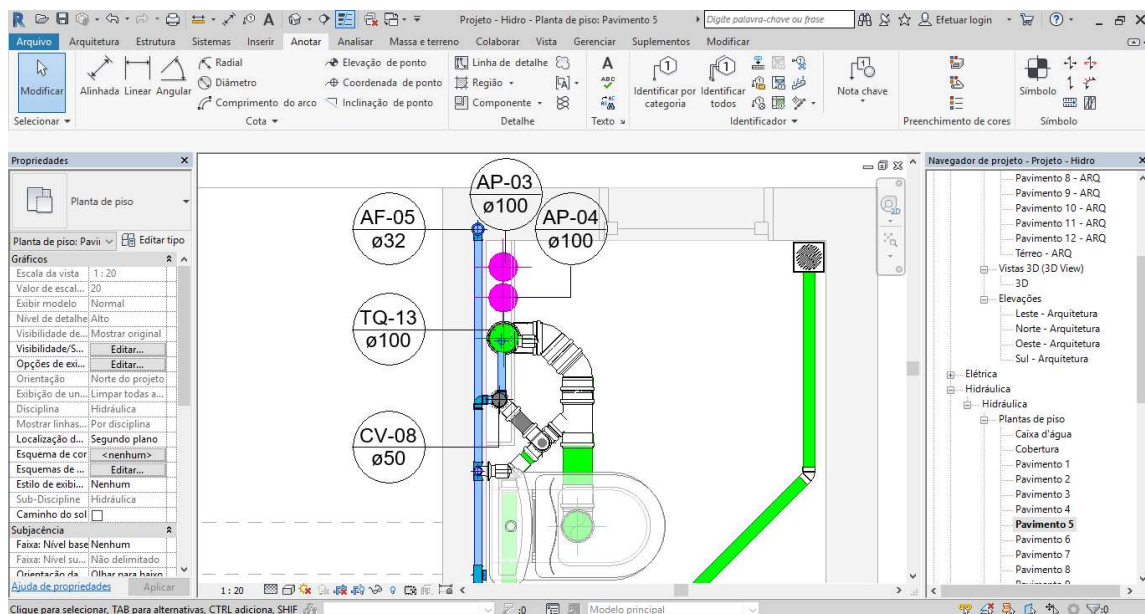
Fonte: Autor (2018)

Figura 41 – Vista da planta baixa de um banheiro no projeto de esgoto em CAD



Fonte: Autor (2018)

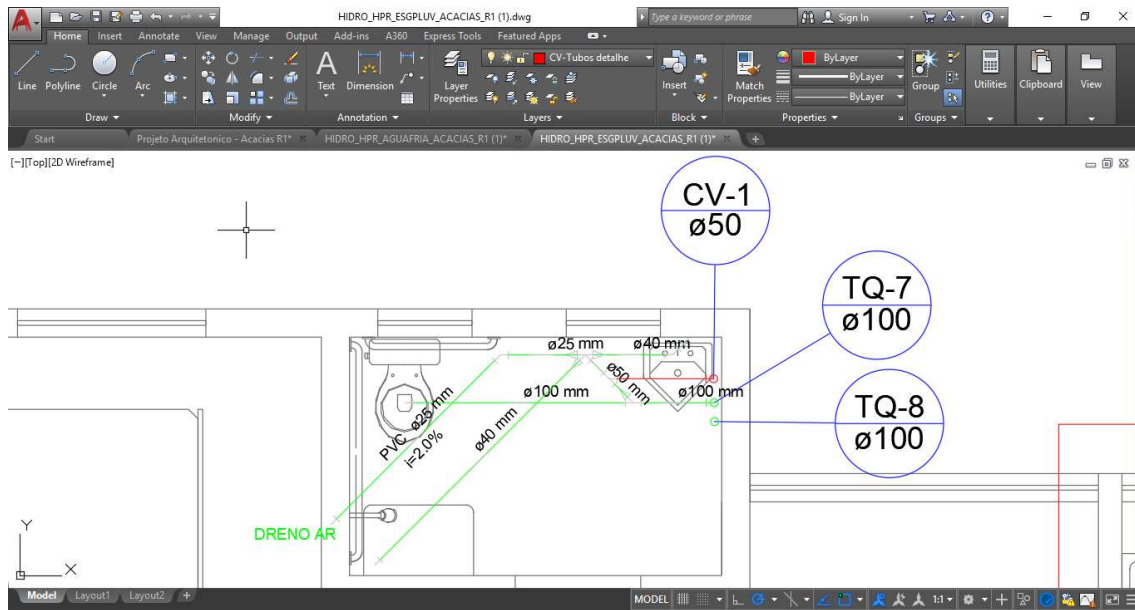
Figura 42– Vista da planta baixa do sistema hidrossanitário de um banheiro e suas interferências



Fonte: Autor (2018)

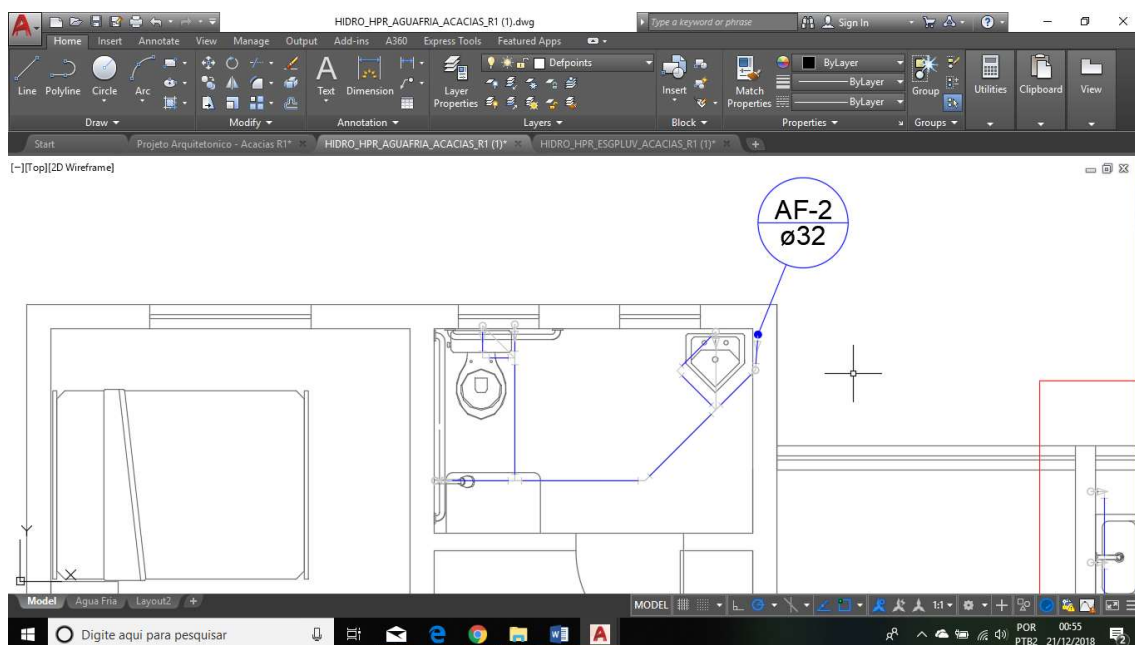
Foi encontrado também conflito de tubos de água fria e esgoto no banheiro acessível. O problema pode ser melhor visualizado na Figuras 45.

Figura 43 – Vista da planta baixa do sistema de esgoto de um banheiro em CAD



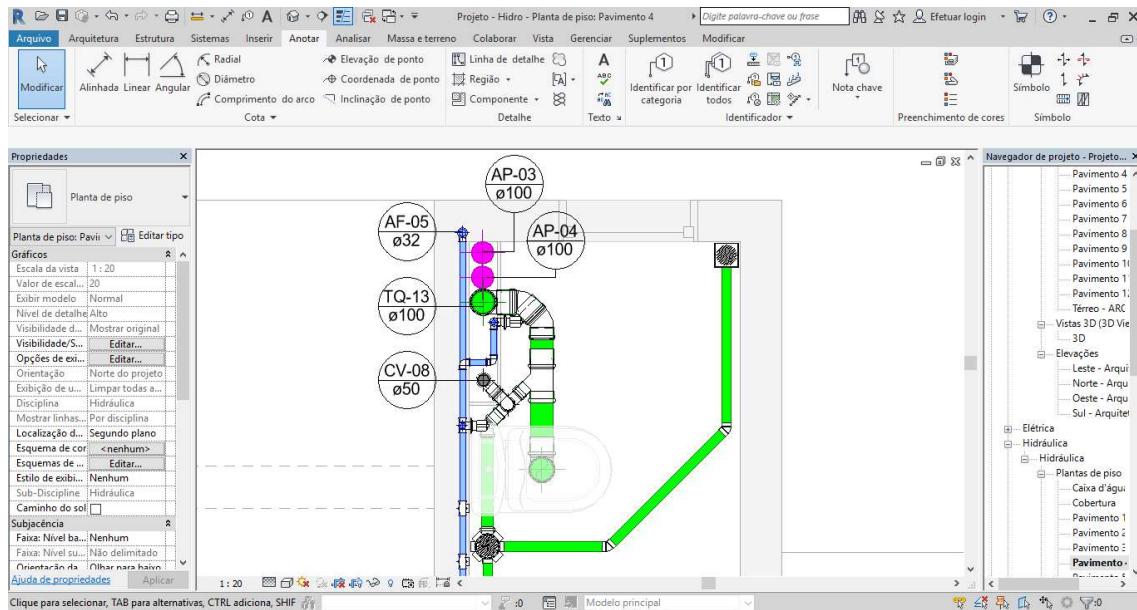
Fonte: Autor (2018)

Figura 44 – Vista da planta baixa do sistema de água fria de um banheiro em CAD



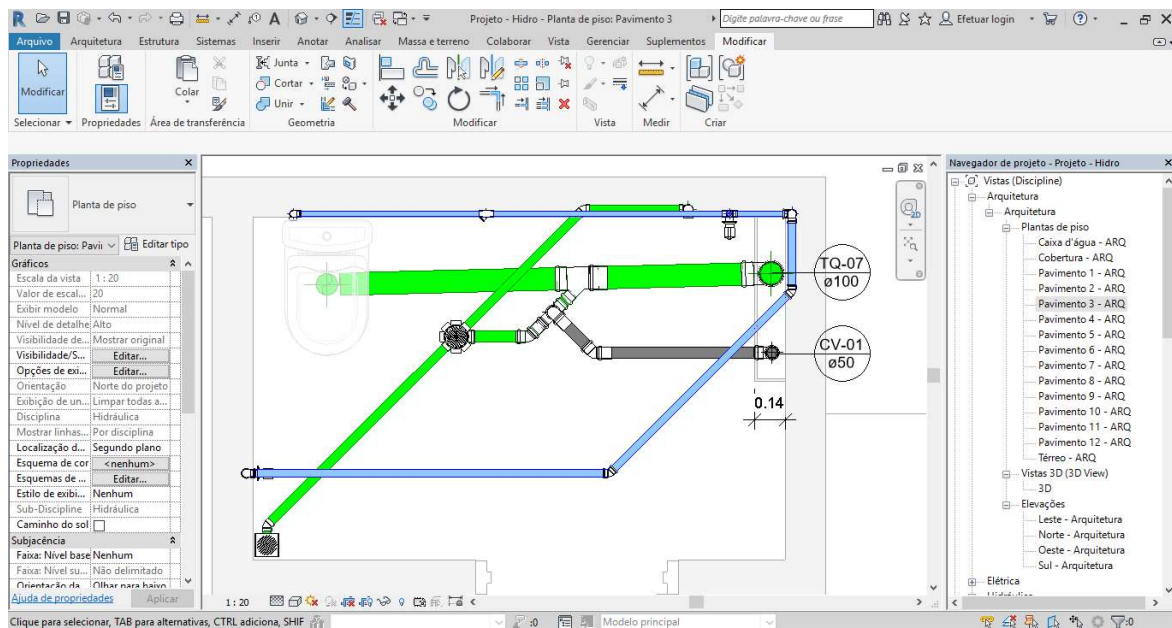
Fonte: Autor (2018)

Figura 46 - Solução para dimensão do shaft e sobreposição de tubos nos banheiros



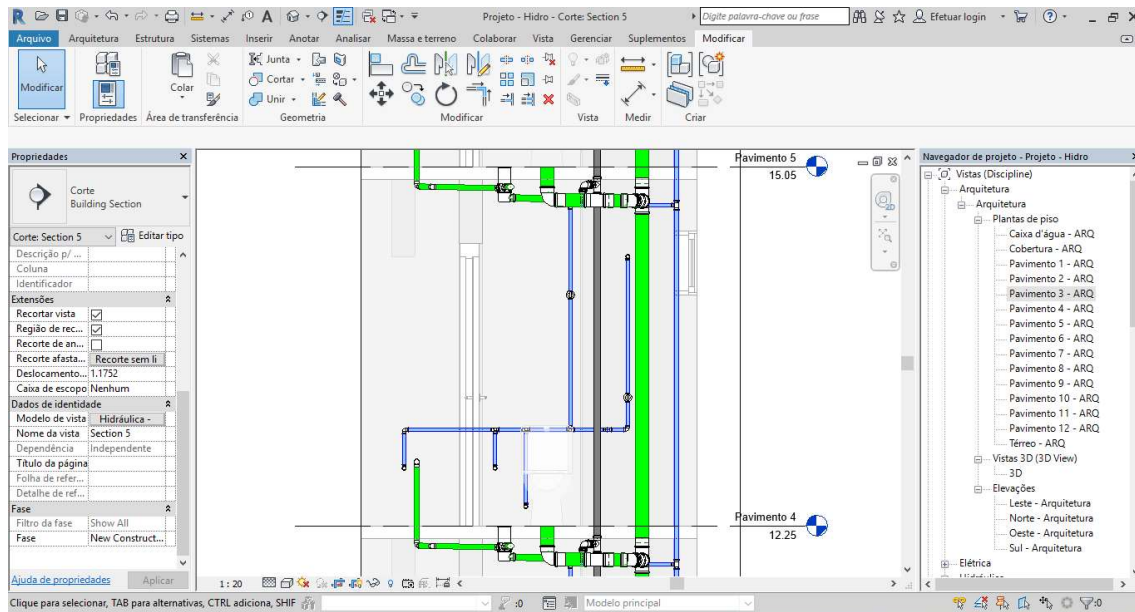
Fonte: Autor (2018)

Figura 47 – Solução para dimensão do shaft e sobreposição de tubos nos banheiros acessíveis



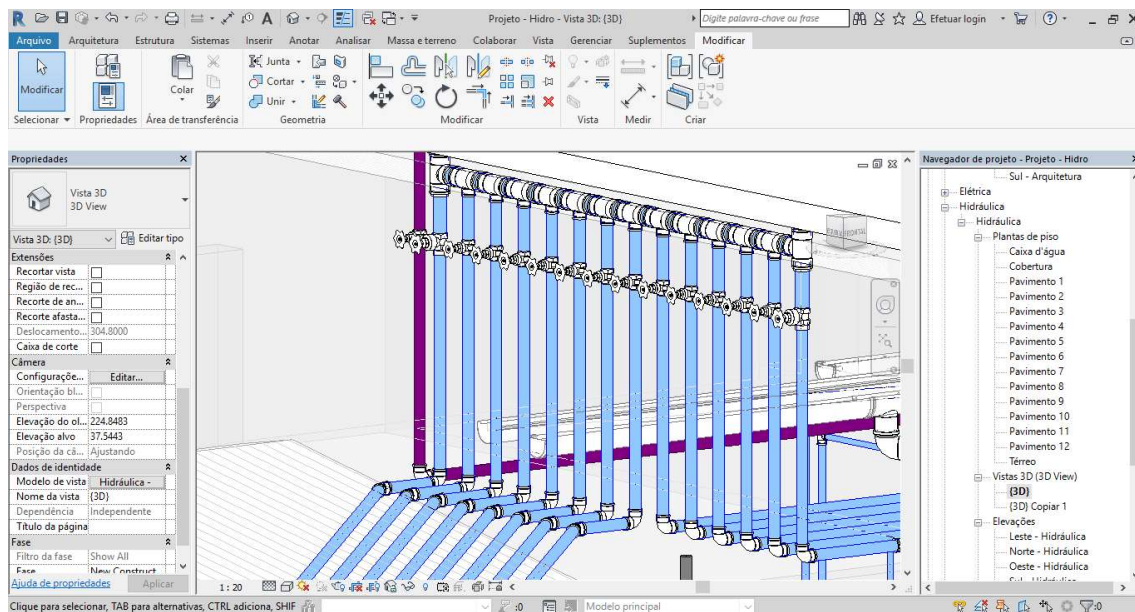
Fonte: Autor (2018)

Figura 48 – Solução para dimensão do shaft e sobreposição de tubos nos banheiros em corte



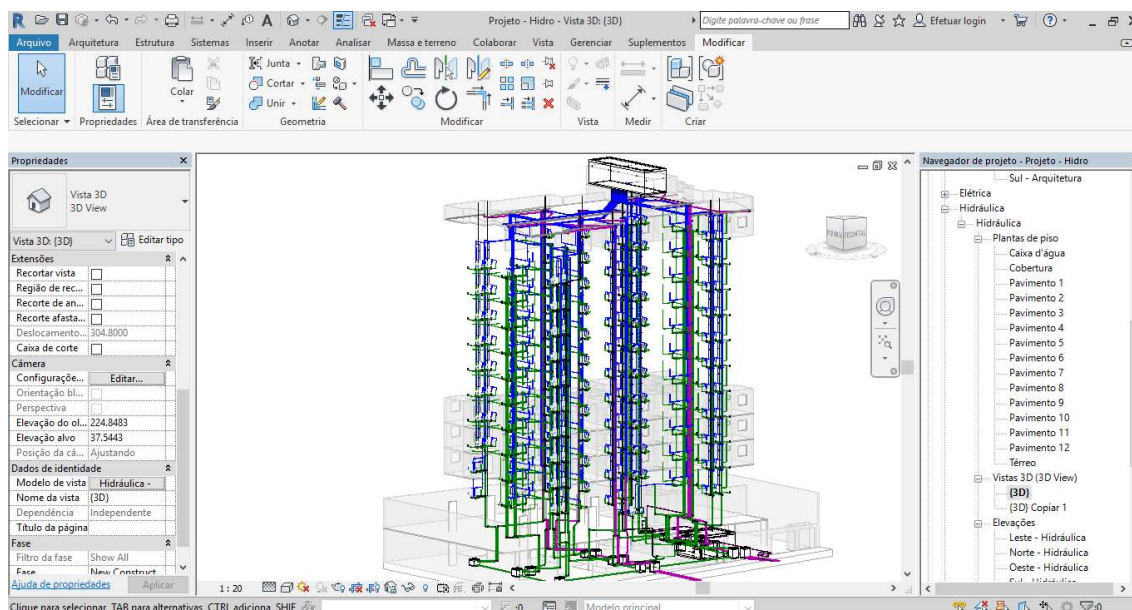
Fonte: Autor (2018)

Figura 49 – Representação isométricas das tubulações que saem do reservatório superior



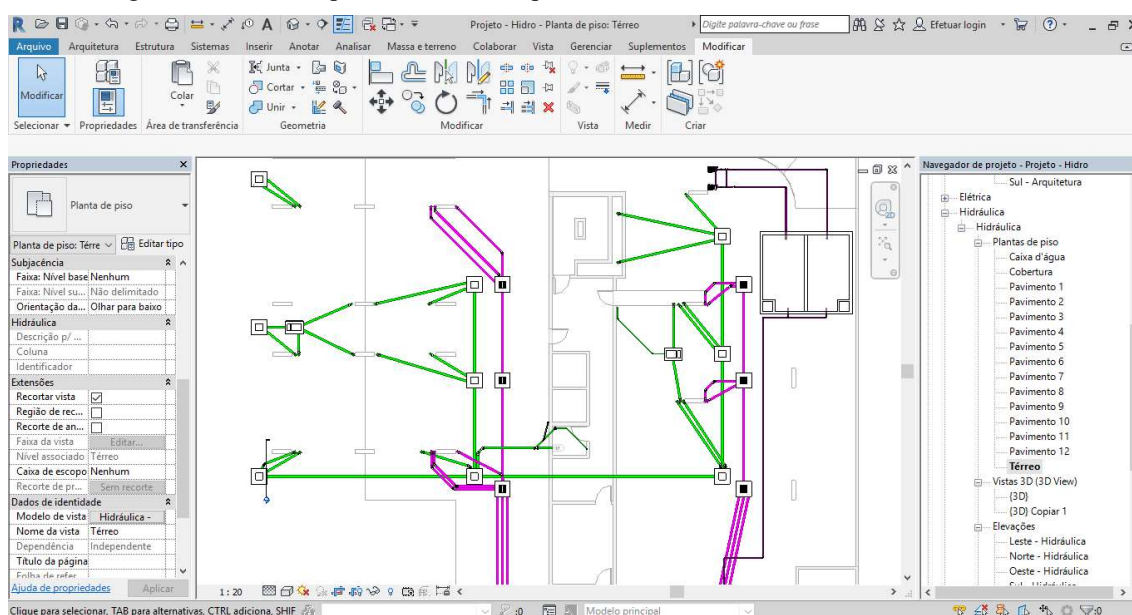
Fonte: Autor (2018)

Figura 50 – Representação isométrica de todo sistema hidrossanitário da edificação



Fonte: Autor (2018)

Figura 51 – Vista da planta de baixa do pavimento térreo de todo sistema hidrossanitário



Fonte: Autor (2018)

Além de termos uma visualização melhor das interferências, podemos também ter um nível de detalhamento maior para a execução da obra, evitando gastos desnecessários. Outra vantagem foi o fornecimento simultâneo de todos os materiais que será necessário para a execução da obra.

Tabela 1 – Quantitativos conexões de esgoto/pluvial do sistema hidrossanitário do edifício

<Conexões para Esgoto e Pluvial>			
A	B	C	D
Quantidade	Sistema	Descrição	Linha
12	Esgoto	Cap 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
551	Esgoto	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
289	Esgoto	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
311	Esgoto	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
517	Esgoto	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
272	Esgoto	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
251	Esgoto	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
1	Esgoto	Junção Simples 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
129	Esgoto	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
8	Esgoto	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
777	Esgoto	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
934	Esgoto	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
4	Esgoto	Produto Inexistente	Série Normal
244	Esgoto	Tê 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
120	Esgoto	Tê 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal
115	Esgoto	Tê 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal

Fonte: Autor (2018)

Tabela 2 – Quantitativos conexões de água fria do sistema hidrossanitário do edifício

<Conexões para Água Fria>		
A	B	C
Quantidade	Descrição	Linha
42	Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
39	Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
23	Bucha de Redução Soldável Curta 40x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Bucha de Redução Soldável Curta 60x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Bucha de Redução Soldável Curta 75x60mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
16	Bucha de Redução Soldável Curta 250x40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
42	Bucha de Redução Soldável Longa 40x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
69	Joelho 45° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
4	Joelho 45° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
18	Joelho 45° Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
42	Joelho 90° Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
956	Joelho 90° Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
99	Joelho 90° Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
41	Joelho 90° Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
38	Joelho 90° Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
4	Joelho 90° Soldável 60mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
6	Joelho 90° Soldável 75mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
42	Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão 20 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
805	Joelho 90° Soldável com Bucha de Latão 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
156	Tê de Redução Soldável 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
14	Tê de Redução Soldável 50x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
7	Tê de Redução Soldável 50x40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
12	Tê de Redução Soldável 75x50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
610	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Tê Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
1	Tê Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
3	Tê Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Tê Soldável 60mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável
2	Tê Soldável 75mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável

Fonte: Autor (2018)

Tabela 3 – Quantitativos acessórios do sistema hidrossanitário do edifício

<Registros - Válvulas - Calhas>		
A	B	C
Quantidade	Descrição	Fabricante
14	Bocal, 125 x 88, Aquapluv - TIGRE	© Tigre S/A
11	Cabeceira Direita, 125, Aquapluv - TIGRE	© Tigre S/A
11	Cabeceira Esquerda, 125, Aquapluv - TIGRE	© Tigre S/A
23	Calha Beiral, 125, Aquapluv - TIGRE	© Tigre S/A
1	Hidrômetro para cavalete	
128	Registro de Chuveiro PVC Cromado 3/4" - TIGRE	© Tigre S/A
1	Registro de gaveta ABNT 2" - Docobásicos	Docol
15	Registro de gaveta ABNT saneamento 1 1/2" - Docobásicos	Docol
6	Registro de gaveta ABNT saneamento 2" - Docobásicos	Docol
2	Registro de gaveta Industrial 2 1/2" - Docobásicos	Docol
191	Registro de Gaveta PVC Cromado 3/4" - TIGRE	© Tigre S/A
2	Válvula de pé com Crivo Soldável 60mm - TIGRE	© Tigre S/A
2	Válvula de retenção vertical 1 1/2" - Docobásicos	Docol

Fonte: Autor (2018)

Tabela 4 – Quantitativo reservatórios e elementos de inspeção do sistema hidrossanitário do edifício

<Reservatórios e elementos de inspeção>	
A	B
Contador	Descrição
2	Caixa de gordura dupla de alvenaria - 124 Litros
10	Caixa de inspeção de alvenaria com fundo inclinado
6	Caixa de passagem de alvenaria com fundo inclinado
1	Reservatório inferior de água p/ 16.500L com 2 células, (5,0x3,0x1,1)m
1	Reservatório superior de água p/ 32.000L com 2 células, (4,25x4,75x1,6)m, apoiado em estruturas de elevação

Fonte: Autor (2018)

Tabela 5 – Quantitativos tubos do sistema hidrossanitário do edifício

<Tubos Rígidos>		
A	B	C
Comprimento (m)	Descrição	Diâmetro
Tubo Soldável Marrom		
57.07	Tubo Soldável Marrom	20.00 mm
1595.85	Tubo Soldável Marrom	25.00 mm
876.27	Tubo Soldável Marrom	32.00 mm
73.15	Tubo Soldável Marrom	40.00 mm
273.18	Tubo Soldável Marrom	50.00 mm
19.74	Tubo Soldável Marrom	60.00 mm
8.51	Tubo Soldável Marrom	75.00 mm
Tubo Série Normal		
550.44	Tubo Série Normal	40.00 mm
874.54	Tubo Série Normal	50.00 mm
1.73	Tubo Série Normal	75.00 mm
1800.70	Tubo Série Normal	100.00 mm

Fonte: Autor (2018)

4.2. Desenvolvimento de estudo - Caso 02

Para o desenvolvimento de estudo do caso 02, foram pré-definidos quatro passos, os quais são listados e descritos a seguir:

- 1) Estudo do projeto arquitetônico feito em CAD da residência, fornecido pela construtora;
- 2) Remodelagem do projeto arquitetônico da residência na plataforma BIM, utilizando o software Autodesk Revit;
- 3) Desenvolvimento do projeto hidrossanitário da residência na plataforma BIM, dentro do projeto arquitetônico, utilizando o software Autodesk Revit para a modelagem e o Microsoft Excel para os cálculos;
- 4) Montagem das pranchas para impressão.

4.2.1. Estudo do projeto arquitetônico – Caso 02

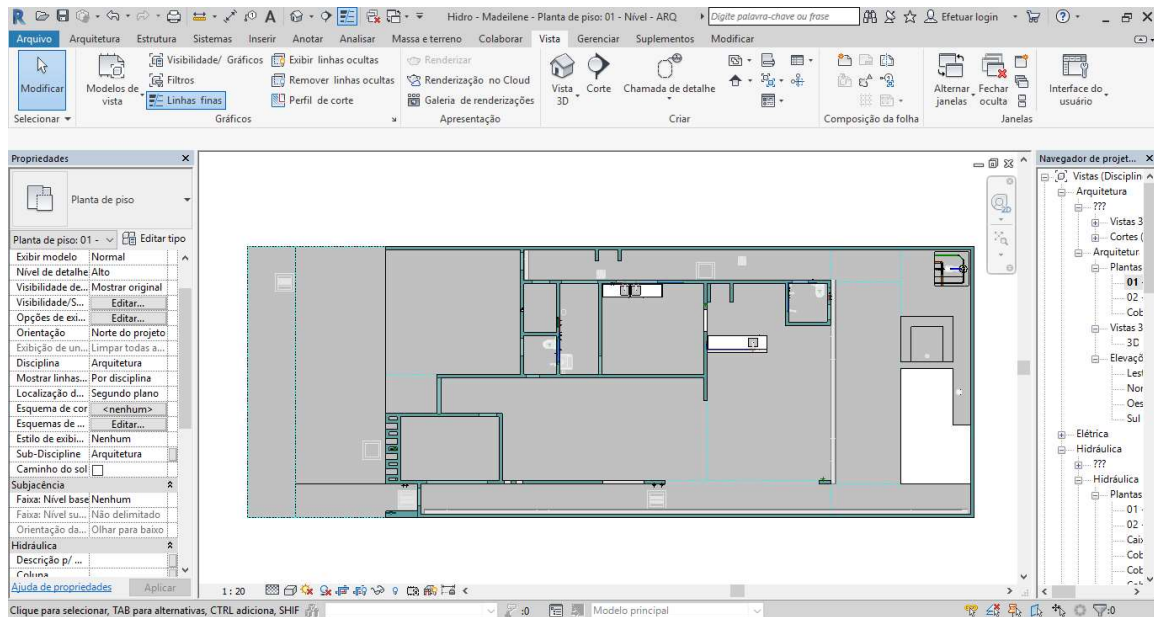
O projeto arquitetônico da residência foi constituído por um conjunto de desenhos que abrange cortes, fachadas, planta baixa, planta de cobertura, planta de situação e localização. Com esse projeto é possível retirar algumas informações importantes para remodelagem dele e o desenvolvimento do projeto hidrossanitário na plataforma BIM de forma compatível com a arquitetura, como: espessuras de paredes, peitoril de janelas, dimensões de esquadrias, etc.

4.2.2. Remodelagem do projeto arquitetônico em BIM – Caso 02

As etapas desse processo são muito parecidas com as do caso 01. Primeiramente, foram criados os níveis no Revit de acordo com o projeto em CAD. Em seguida, transferiu-se as plantas baixas do projeto arquitetônico do CAD para o Revit relacionando-as em seus respectivos níveis, servindo assim de base para a remodelagem da arquitetura.

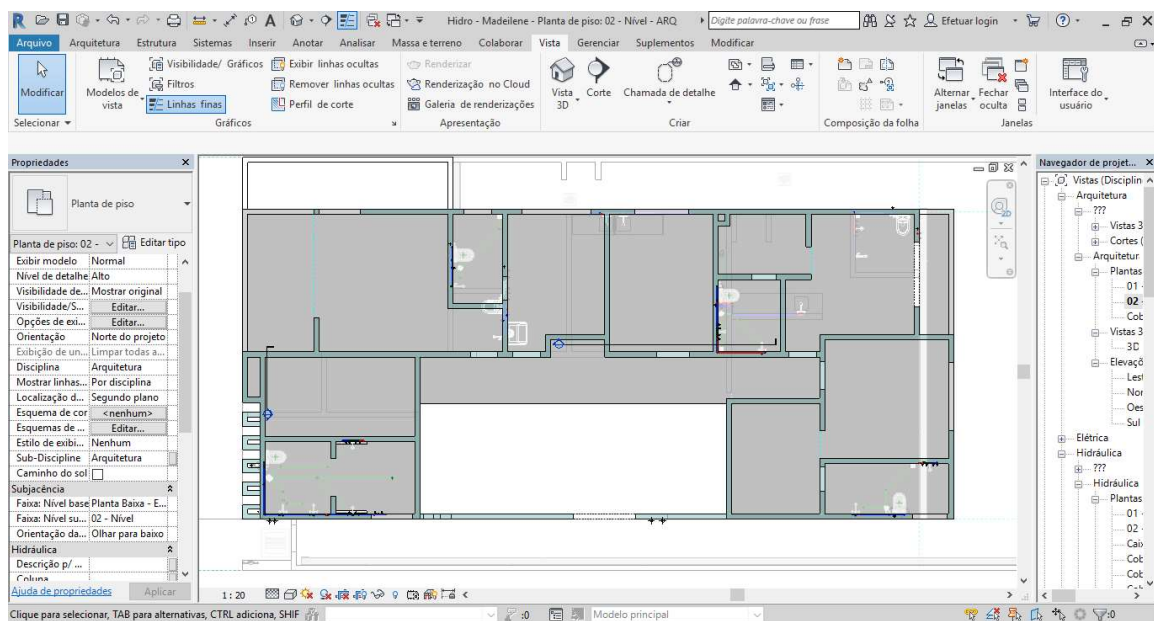
Com a análise de todas as informações do projeto arquitetônico feito em CAD (cortes, quadro de esquadrias, dimensões dos elementos da arquitetura, etc) foi possível remodelar a arquitetura na plataforma BIM. Iniciou-se também, como no caso 01, pelo lançamento das paredes e pisos e posteriormente inserindo as esquadrias e portas.

Figura 52 – Planta baixa do pavimento térreo da residência feito no Revit



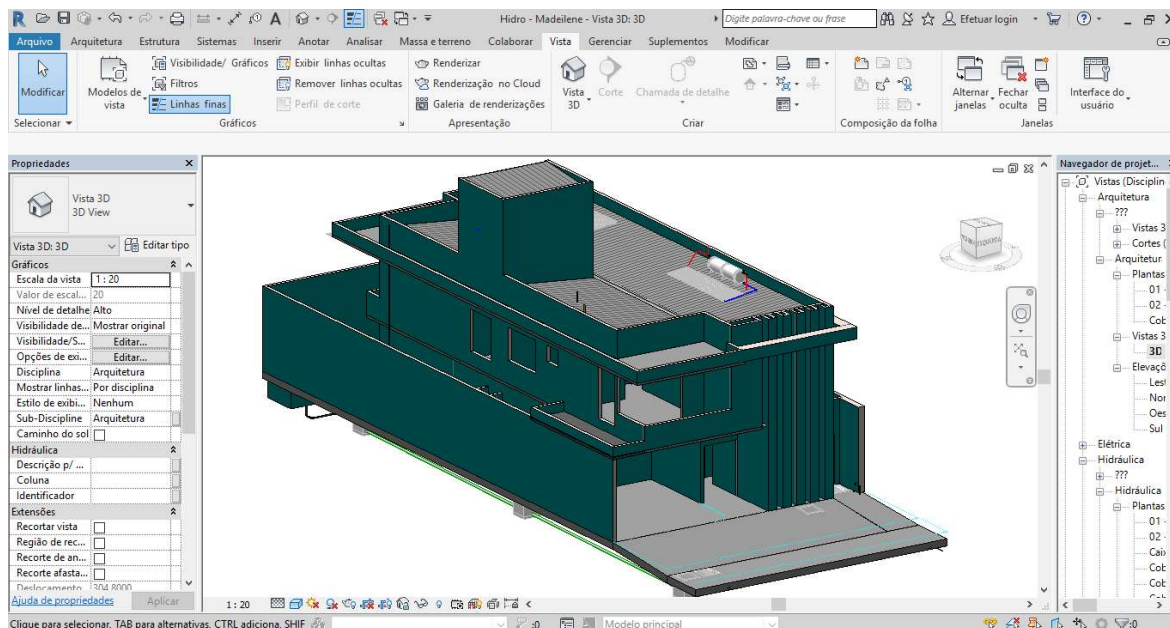
Fonte: Autor (2018)

Figura 53 – Planta baixa do pavimento superior da residência feito no Revit



Fonte: Autor (2018)

Figura 54 – Vista 3D da residência feita no Revit



Fonte: Autor (2018)

4.2.3. Desenvolvimento do projeto hidrossanitário – Caso 02

4.2.3.1. Sistema de água fria e água quente

Utilizando o template da Tigre®, foi possível desenvolver todo o projeto hidrossanitário da residência na plataforma BIM. O Projeto foi completamente modelado no Revit, o pré-dimensionamento foi feito utilizando o ábaco luneta e em seguida os diâmetros foram conferidos fazendo o cálculo das perdas de carga distribuídas e localizadas utilizando o Excel para verificar se, na situação mais crítica, a pressão dinâmica mínima é garantida.

Primeiramente foi calculado o volume do reservatório e do boiler com o consumo diário e em seguida foi escolhido o hidrômetro para a residência de acordo com a tabela fornecida pelo DMAE de Uberlândia-MG.

Para o cálculo do volume do reservatório de água fria e água quente, foi levado em consideração que a residência se enquadra no tipo de edifício “residência de médio valor”. Analisando a Tabela 6 foi possível determinar o consumo per capita na residência.

Tabela 6 – Estimativa do consumo diário de água fria

TIPO DE PRÉDIO	UNIDDE	CONSUMO l/dia
1.Serviço doméstico		
Apartamentos	Per capita	200
Apartamento de luxo	Per capita	300 a 400
	Por quarto de empregada	200
Residência de luxo	Per capita	300 a 400
Residência de médio valor	Per capita	150
Residências populares	Per capita	120 a 150
Alojamentos provisórios de obra	Per capita	80
Apartamento de zelador		600 a 1000
2.Serviço público		
Edifícios de escritórios	Por ocupante efetivo	50 a 80
Escolas, internatos	Per capita	150
Escolas, externatos	Por aluno	50
Escolas, semi-internatos	Por aluno	100
Hospitais e casas de saúde	Por leito	250
Hotéis com cozinha e lavanderia	Por hóspede	250 a 350
Hotéis sem cozinha e lavanderia	Por hóspede	120
Lavanderias	Por Kg de roupa seca	30
Quartéis	Por soldado	150
Cavalariças	Por cavalo	100
Restaurantes	Por refeição	25
Mercados	Por m. quadrado de área	5
Garagens e postos de serviço de automóveis	Por automóvel	100
	Por caminhão	150
Rega de jardins	Por m. quadrado de área	1,5
Cinemas, teatros	Por lugar	2
Igrejas	Por lugar	2
Ambulatórios	Per capita	25
Creches	Per capita	50
3.Serviço industrial		
Fábricas (uso pessoal)	Por operário	70 a 80
Fábricas com restaurante	Por operário	100
Usinas de leite	Por litro de leite	5
Matadouros	Por animal de grande porte	300
	Por animal de pequeno porte	150

Fonte: Bohn (2014)

Em seguida, como não se sabia o número de pessoas que iriam morar na residência, utilizou-se a Tabela 7 para fazer uma estimativa da taxa de ocupação de acordo com a natureza do local.

Foi levada em consideração que na residência a taxa de ocupação seria de 2 pessoas por quarto assim como é estimado para prédio de apartamentos.

Tabela 7 – Taxa de ocupação de acordo com a natureza do local

NATUREZA DO LOCAL	TAXA DE OCUPAÇÃO
Prédio de apartamentos	Duas pessoas por quarto
Prédio de escritórios de	
uma só entidade locadora	Uma pessoa por 7,0 metros quadrados de área
mais de uma entidade locadora	Uma pessoa por 5,0 metros quadrados de área
Restaurantes	Uma pessoa por 1,5 metros quadrados de área
Teatros e cinemas	Uma cadeira para cada 0,7 m. quadra. de área
Lojas (pavimento térreo)	Uma pessoa por 2,5 metros quadrados de área
Lojas (pavimentos superiores)	Uma pessoa por 5,0 metros quadrados de área
Supermercados	Uma pessoa por 2,5 metros quadrados de área
Shopping Centers	Uma pessoa por 5,0 metros quadrados de área
Salões de hotéis	Uma pessoa por 6,0 metros quadrados de área
Museus	Uma pessoa por 8,0 metros quadrados de área

Fonte: Bohn (2014)

Com essas informações, foi possível calcular o consumo diário (CD) utilizando a Equação 01.

$$CD = P \times C \quad (\text{Equação 01})$$

Onde:

CD = Consumo diário de água na edificação (Litros);

P = Número total de pessoas a serem atendidas;

C = Consumo de água por pessoa por dia (Litros).

Cálculo do volume do reservatório:

Residência de médio valor (150 Litros/Dia x Pessoa) e 2 pessoas por dormitório:

$$CD = 150 \times 4 \times 2 = 1.200 \text{ Litros/Dia.}$$

Como fator de segurança, caso haja manutenção no sistema de abastecimento da residência, foi calculado o consumo para dois dias:

$$CD \times 2\text{dias} = 1.200 \times 2 = 2.400 \text{ Litros.}$$

Para atender ao volume desejado para a residência, foi escolhido como reservatório de água fria a Caixa d'água de polietileno de 3.000 litros da marca FortLev®.

Em seguida foi feito o cálculo do volume do reservatório de água quente. Primeiro determinou-se o consumo de água quente na residência com auxílio da Tabela 08, fornecida pelo professor André Luiz de Oliveira.

Tabela 8 – Estimativa de consumo de água quente em litros

Alojamento Provisório	24 per capita
Casa Popular ou Rural	36 per capita
Residência	45 per capita
Apartamento	60 per capita
Quartel	45 per capita
Escola Internato	45 per capita
Hotel (s/ cozinha e s/ lavanderia)	36 por hóspede
Hospital	125 por leito
Restaurante e similares	12 p/ refeição
Lavanderia	15 p/ kg roupa seca

* Quando da existência de banheira acrescentar de 50 a 100 litros por aparelho, se houver instalação na cozinha 10 a 20 L/ pessoa .dia.

Fonte: Oliveira (2017)

De acordo com a Tabela 8, temos:

Consumo de água quente em uma residência = 45 L/(pessoa x dia);

Número de pessoas na residência = 8 pessoas;

Banheira = 100 L/aparelho;

Pia de cozinha = 20 L/(pessoa x dia x aparelho);

Consumo diário = $(8 \times 45) + 100 + (20 \times 3 \times 8) = 940$ Litros.

Para o cálculo do volume de água quente foi utilizada a Equação 02:

$$VAQ \times TAQ + VAF \times TAF = VMIST \times TMIST \quad (\text{Equação 02})$$

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)

Considerando:

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

$$VAQ = ?$$

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

$$VAF = VMIST - VAQ$$

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

$$VMIST = \text{Consumo diário a } 43\text{ }^{\circ}\text{C} = 940 \text{ Litros}$$

Temos:

$$VAQ = 479 \text{ Litros}$$

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:

$$V_{\text{pico}} = 0,60 \times 479 = 287,4 \text{ Litros}$$

Onde:

V_{pico} = Volume no horário de pico.

Com isso foi possível calcular a vazão no horário de pico (Q_{pico}):

$$Q_{\text{pico}} = 287,4 \text{ L} / 4 \text{ horas} = 71,85 \text{ L/h ou } 0,02 \text{ L/s}$$

O volume armazenado deve ser 1/4 maior que o volume consumido no horário de pico uma vez que à medida que a água quente é consumida a água fria entra no reservatório resfriando a água já aquecida, portanto o reservatório deve ter uma capacidade maior que o consumo da hora de pico.

Portanto:

$$\text{Volume do boiler} > 1,25 \times 287,4 \text{ Litros}$$

$$\text{Volume do boiler} > 359,25 \text{ Litros}$$

Boiler escolhido:

Boiler de 400 Litros (Volume comercial)

Para a classificação do hidrômetro foi utilizada a Tabela de dimensionamento de hidrômetros para primeira ligação fornecida pela concessionária DMAE de Uberlândia-MG.

Tabela 9 – Dimensionamento de hidrômetro para primeira ligação

TABELA DE DIMENSIONAMENTO DE HIDRÔMETRO PARA PRIMEIRA LIGAÇÃO												
Designação dos Hidrômetros por letra	Y	A	B	C	D	E	F	G	J	K	L	M
Vazão Máx. (m³/h)	1,5	3	5	7	10	20	30	30	80	120	300	500
Perda de Carga em sua vazão máxima (m c.a.)	10	10	10	10	10	10	10	Vert.: 6 Axial.: 3	Vert.: 6 Axial.: 3	Vert.: 6 Axial.: 3	Vert.: 6 Axial.: 3	Vert.: 6 Axial.: 3
Pressão Nominal (Máxima de trabalho) (m c.a.)	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100	PN100
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 Metrologica 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
Filtro	interno	interno	interno	interno	interno	interno	interno	externo	externo	externo	externo	externo
Comprimento Nominal do Medidor (mm)	115	115/190	190	260	260	300	270	270	300	360	300/450	350
Norme 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	NBR 14005	NBR 14005	NBR 14005	NBR 14005
Limite Superior de consumo para Dimensionamento - (m³/mês)	90	240	400	560	800	1600	2400	3600	9600	14400	36000	90000
Limite Inferior de consumo para Dimensionamento - (m³/mês)	0	91	241	401	561	801	1601	2401	3601	7201	12001	36001

Fonte: DMAE Uberlândia (2018)

Primeiramente foi calculado o consumo na residência em um mês:

Capacidade do reservatório (consumo em dois dias) = 3.000 Litros

Consumo em um mês = 3.000 Litros x (30 Dias/2) = 45.000 Litros/mês = 45 m³/mês

Com essa informação foi possível escolher o hidrômetro para a ligação de acordo com a Tabela 9:

Limite superior de consumo = 90 m³/mês

Limite inferior de consumo = 0 m³/mês

Vazão nominal (Qn) = 0,75 m³/h

Designação = Y

Após escolhidos os reservatórios e o hidrômetro, foram lançadas as peças hidrossanitárias (vasos sanitários, pias de banheiro e de cozinha, tanques de lavar roupas, torneiras, chuveiros, etc). Em seguida modelou-se as tubulações de água fria e água quente, começando pelo pavimento térreo.

Para o lançamento dos tubos de água fria e água quente, partiu-se dos pontos de utilização e dos misturadores com os sub-ramais, ligando-os aos ramais e posteriormente conectando-os as colunas de distribuição. Foram adicionados todos os registros pertencentes a cada tubo.

Por último foi modelado os barriletes e ligou-se os tubos de água fria na caixa d'água e os tubos de água quente no boiler, todos de acordo com os diâmetros determinados pelo ábaco luneta (Figuras 55 e 56).

Para a determinação dos diâmetros dos tubos com auxílio dos ábacos luneta, primeiramente foi relacionado o peso dos aparelhos que são alimentados pelo tudo em questão para posteriormente determinar o diâmetro. Para identificar o peso dos pontos de utilização foi consultada a Tabela 10 tanto para água fria quanto para água quente.

Foram atribuídas cores para cada tipo de sistema conforme Figura 57. Azul para água fria doméstica, vermelho para água quente, verde para esgoto, cinza para ventilação, magenta para pluvial, ciano para alimentação e laranja para retorno hidrônico (piscina).

Figura 55 – 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: Portal Renato Massano Soluções em Hidráulica (2018)

Figura 56 – 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: Romfim (2018)

Tabela 10 – Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da 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 5626:1998

Figura 57 – Cores atribuídas a cada tipo de sistema do projeto hidrossanitário



Fonte: Autor (2018)

Com todo sistema modelado, foi verificada se a pressão de 1 mca era garantida para a situação mais crítica (chuveiro do banho máster no segundo pavimento) e se a velocidade nas tubulações não ultrapassava o limite estabelecido pela NBR 5626:1998 de 3 m/s. Para isso, foi criada a Tabela 11 no Excel para verificar as pressões e a velocidade nas tubulações.

Tabela 11 – Cálculo das vazões, velocidades, perda de carga e pressão nas tubulações

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trecho	Pesos	Q	DI	V	L total	Pres _{mont}	ΔH	Desnível	Pres _{jus}	Pres _{jus}
	Σ	l/s	mm	m/s	m	m	m	m	mca	KPa

Fonte: Autor (2018)

Onde:

Na coluna 1 é introduzido a identificação do trecho analisado;

Na coluna 2 é determinada a soma dos pesos relativos de cada trecho da rede;

Na coluna 3 é calculado a vazão estimada, em litros por segundo, com base na Equação 03;

$$Q = 0,3\sqrt{\Sigma P} \quad (\text{Equação 03})$$

Onde:

Q = vazão estimada na seção considerada, em litros por segundo;

ΣP = soma dos pesos relativos de todas as peças de utilização alimentadas pela tubulação considerada.

Na coluna 4 é inserido o diâmetro interno da tubulação de cada trecho;

Na coluna 5 é calculada a velocidade pela fórmula da continuidade (Equação 04);

$$V = \frac{Q}{A} \quad (\text{Equação 04})$$

Onde:

Q = vazão estimada na seção considerada, em metros cúbicos por segundo;

A = área interna da tubulação (região ocupada pelo fluido), em metros quadrados;

V = velocidade que o fluido percorre na tubulação, em metros por segundo.

Na coluna 6 é calculado o comprimento total (virtual) do trecho de acordo com a Equação 05. Ele é obtido pela soma do comprimento real da tubulação com a soma dos comprimentos equivalentes das singularidades, que são adquiridos de acordo com a Tabela 12.

$$L_{Total} = L_{Real} + \sum LEQ \quad (\text{Equação 05})$$

Tabela 12 - Tabela de comprimentos equivalentes em metros de canalização, para cálculo das perdas de carga localizadas

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	10,4
	Vertical	Metal	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	16,1

Fonte: Portal Schneider (2018)

Na coluna 7 é determinada a pressão disponível na saída de cada trecho;

Na coluna 8 é calculado a perda de carga de cada trecho utilizando Equação 06, que representa a expressão de Fair-Whipple-Hsiao para tubos lisos (tubos de plástico, cobre ou liga de cobre).

$$\Delta H = 0,008695 \times \frac{Q^{1,75}}{D^{4,75}} \times L_{Total} \quad (\text{Equação 06})$$

Onde:

Q = vazão estimada na seção considerada, em metros cúbicos por segundo;

D = diâmetro interno da seção da tubulação em questão, em metros;

Na coluna 9 é determinada a diferença de cotas entre a entrada e a saída de cada trecho, considerando positiva quando a entrada tem cota superior à da saída e negativa em caso contrário;

Na coluna 10 é determinada a pressão disponível residual na saída de cada trecho, subtraindo a perda de carga total (coluna 8) da pressão disponível (coluna 7), em metros coluna de água;

Na coluna 11 é determinada a pressão disponível residual na saída de cada trecho, em quilopascal.

Com essa tabela foi possível analisar o trecho mais crítico (da caixa d'água até o segundo chuveiro do banho máster no segundo pavimento). Primeiramente separou-se os trechos em três partes:

Trecho RS – T1 – DN = 32 mm: Da saída do reservatório até a primeira conexão tê do barrilete, seguindo o caminho percorrido pela água;

Trecho T1 – T2 – DN = 25 mm: Da primeira conexão tê do barrilete até a conexão tê no fim da coluna AF1 do banho máster, seguindo o caminho percorrido pela água;

Trecho T2 – C – DN = 25 mm: Da conexão tê no fim da coluna AF1 do banho máster até a saída de água do segundo chuveiro no banho máster.

Em seguida destacou-se os aparelhos que seriam abastecidos em cada trecho:

Trecho RS – T1 – DN = 32 mm:

Banho master – 01 Bacia sanitária com caixa de descarga; 02 Chuveiros; 02 Lavatórios; 01 Banheira.

Banho 02 - 01 Bacia sanitária com caixa de descarga; 01 Chuveiro; 01 Lavatórios.

Varanda – 01 Pia de cozinha com misturador.

Vestiário - 01 Bacia sanitária com caixa de descarga; 01 Chuveiro; 01 Lavatórios.

Boiler – Para o cálculo das perdas de carga, foi considerada a vazão no horário de pico para o abastecimento do boiler ($Q_{pico} = 0,02 \text{ L/s}$).

Com isso, a somatória dos pesos nesse trecho, de acordo com a Tabela 05, resultou em um valor igual a 5,4. Como os demais trechos abastecem apenas o banho máster, a somatória dos pesos neles foi igual a 2,7.

Posteriormente, foram calculados os comprimentos reais das tubulações e os comprimentos equivalentes das singularidades em cada trecho, para chegar-se ao comprimento total e assim calcular a perda de carga total em cada trecho.

Trecho RS – T1 – DN = 32 mm:

Singularidades: 01 Entrada de canalização; 01 Registro de esfera; 02 Tê de saída bilateral; 02 Cotovelos 90°;

De acordo com a Tabela 12, para tubulação em PVC, $LEQ = 10,1 \text{ m}$ (Para Entrada de canalização foi considerado $LEQ = 0,6$);

De acordo com as imagens 38 e 39, $L_{Real} = 1,89 + 2,65 = 4,54 \text{ m}$;

$L_{Total} = 10,1 + 4,54 = 14,64 \text{ m}$.

Trecho T1 – T2 – DN = 25 mm:

Singularidades: 02 Tê de saída bilateral; 03 Cotovelos 90°; 02 cotovelos 45°;

De acordo com a Tabela 12, para tubulação em PVC, $LEQ = 9,4 \text{ m}$;

De acordo com as imagens 40, 41, 42 e 43, $L_{Real} = 6,20 + 1,05 + 1,63 + 1,63 + 1,79 + 0,98 + 2,30 = 15,58 \text{ m}$;

$L_{Total} = 9,4 + 15,58 = 24,98 \text{ m}$.

Trecho T2 – C – DN = 25 mm:

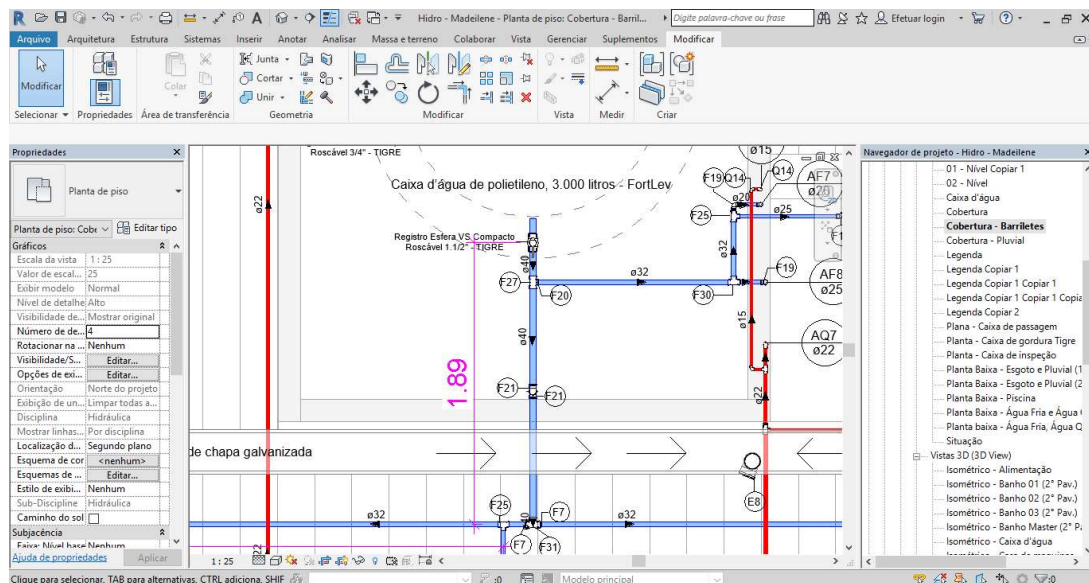
Singularidades: 03 Tê de saída bilateral; 03 Cotovelos 90°; 02 Transposição; 01 Misturador;

De acordo com a Tabela 12, para tubulação em PVC, LEQ = 13,6 m (Para Transposição foi considerado LEQ = 0,2 m e para o Misturador foi considerado LEQ = 2,4);

De acordo com as imagens 43 e 44, LReal = 0,89 + 2,76 + 0,18 + 0,85 = 4,68 m;

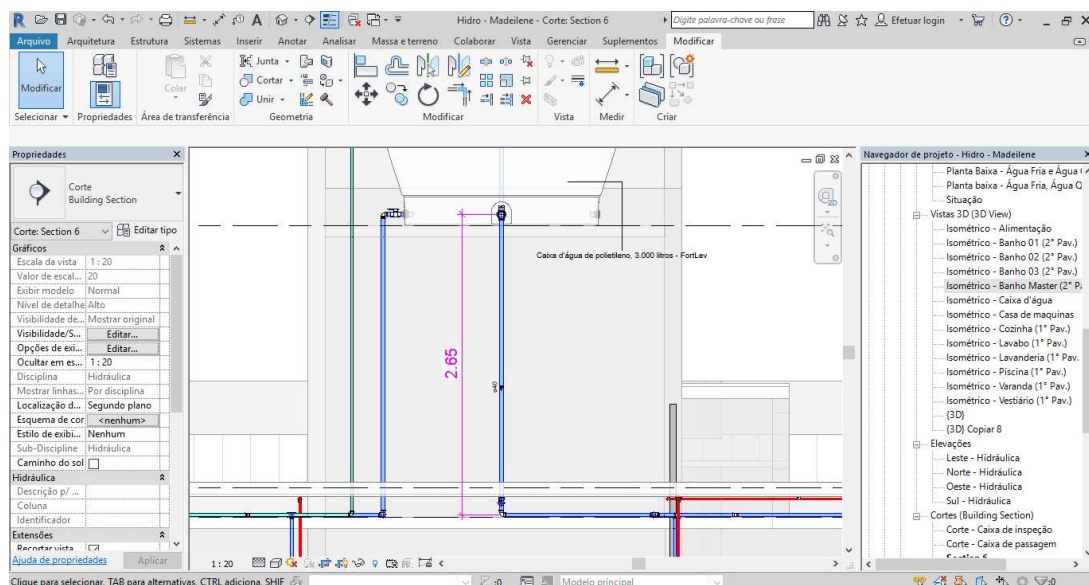
LTotal = 13,6 + 4,68 = 18,28 m.

Figura 58 – Comprimento horizontal da saída do reservatório até a primeira conexão Tê



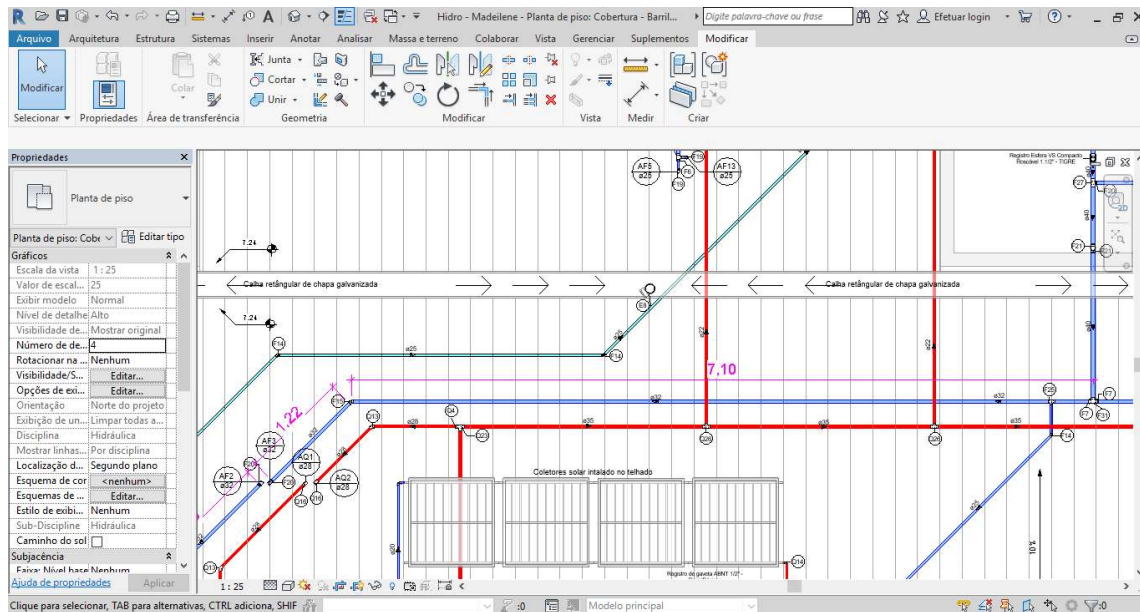
Fonte: Autor (2018)

Figura 59 – Distância vertical da saída do reservatório até a primeira conexão Tê



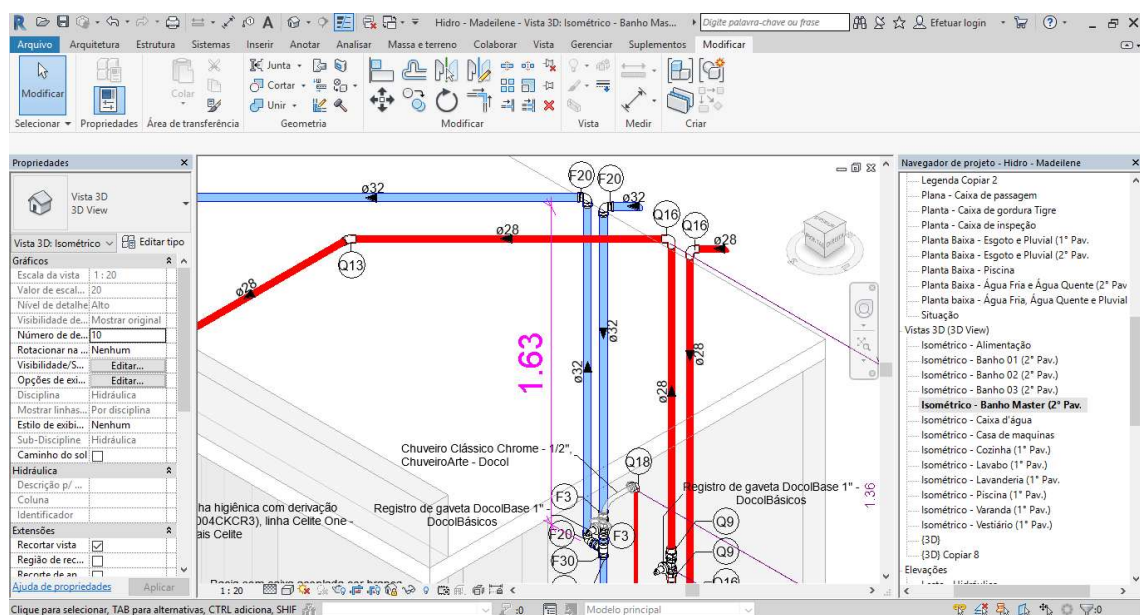
Fonte: Autor (2018)

Figura 60 – Comprimento horizontal da primeira conexão Tê até o tubo AF3



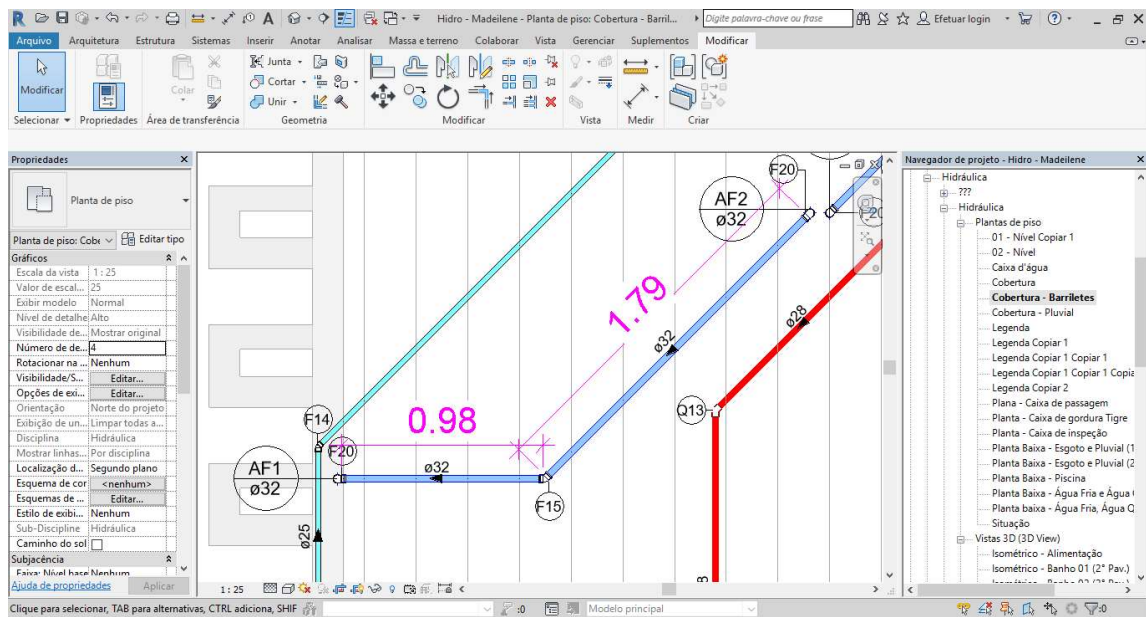
Fonte: Autor (2018)

Figura 61 – Comprimento vertical do tubo AF3



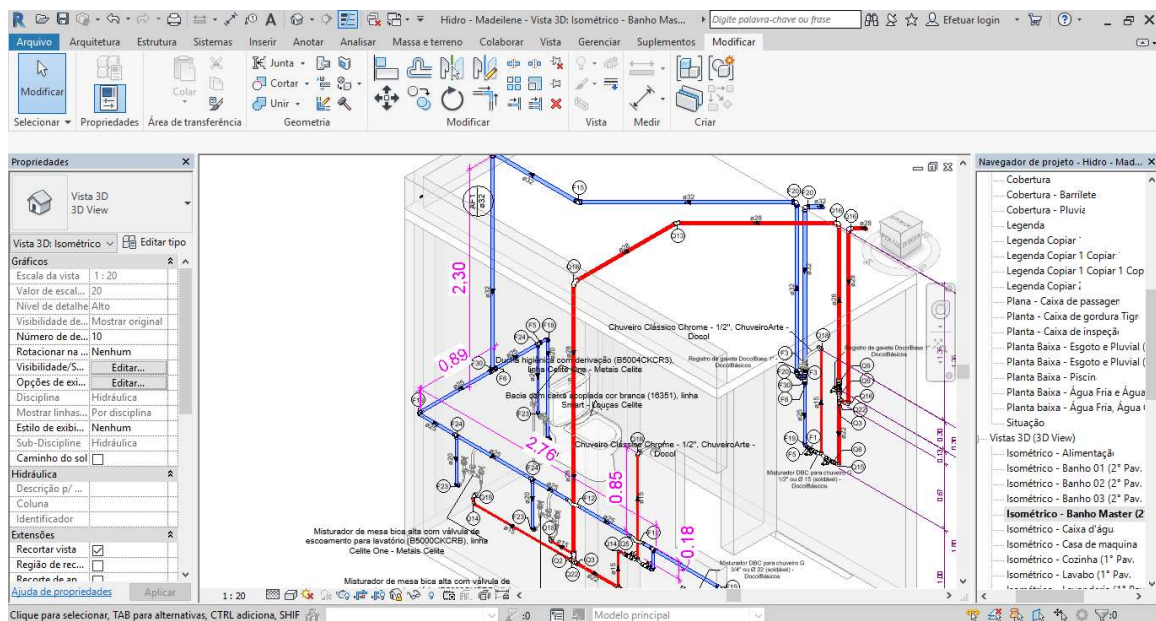
Fonte: Autor (2018)

Figura 62 – Comprimento horizontal do tubo AF2 até o tubo AF1



Fonte: Autor (2018)

Figura 63 – Comprimento do início do tubo AF1 até o chuveiro crítico analisado



Fonte: Autor (2018)

Tabela 13 – Cálculo do trecho mais crítico

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trecho	Pesos	Q	DI	V	L total	Pres _{mont}	ΔH	Desnível	Pres _{jus}	Pres _{jus}
	Σ	l/s	mm	m/s	m	m	m	m	mca	KPa
RS - T1	5,40	0,72	27,80	1,18	14,64	0,00	0,98	2,65	1,67	16,67
T1 - T2	2,70	0,49	21,60	1,35	24,98	1,67	2,89	2,30	1,08	10,80
T1 - C	2,70	0,49	21,60	1,35	18,28	1,08	2,11	-0,85	-1,88	-18,82

Fonte: Autor (2018)

Como pode-se perceber, a pressão de 1 mca no chuveiro não foi atendida com os diâmetros escolhidos de acordo com o ábaco luneta. A solução encontrada foi alterar os diâmetros dos trechos RS – T1 e T1 – T2 para 40 mm (DI = 35,2 mm).

Trecho RS – T1 – DN = 40 mm:

Singularidades: 01 Entrada de canalização; 01 Registro de esfera; 02 Tê de saída bilateral; 02 Cotovelos 90°;

De acordo com a Tabela 12, para tubulação em PVC, LEQ = 10,8 m (Para Entrada de canalização foi considerado LEQ = 0,8);

De acordo com as imagens 38 e 39, LReal = 1,89 + 2,65 = 4,54 m;

LTotal = 10,8 + 4,54 = 15,34 m.

Trecho T1 – T2 – DN = 40 mm:

Singularidades: 02 Tê de saída bilateral; 03 Cotovelos 90°; 02 cotovelos 45°;

De acordo com a Tabela 12, para tubulação em PVC, LEQ = 10,2 m;

De acordo com as imagens 40, 41, 42 e 43, LReal = 6,20 + 1,05 + 1,63 + 1,63 + 1,79 + 0,98 + 2,30 = 15,58 m;

LTotal = 10,2 + 15,58 = 25,78 m.

Trecho T2 – C – DN = 25 mm:

Singularidades: 03 Tê de saída bilateral; 03 Cotovelos 90°; 02 Transposição; 01 Misturador;

De acordo com a Tabela 12, para tubulação em PVC, LEQ = 13,6 m (Para Transposição foi considerado LEQ = 0,2 m e para o Misturador foi considerado LEQ = 2,4);

De acordo com as imagens 43 e 44, LReal = 0,89 + 2,76 + 0,18 + 0,85 = 4,68 m;

LTotal = 13,6 + 4,68 = 18,28 m.

Tabela 14 – Cálculo do trecho mais crítico

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trecho	Pesos	Q	DI	V	L total	Pres _{mont}	ΔH	Desnível	Pres _{jus}	Pres _{jus}
	Σ	l/s	mm	m/s	m	m	m	m	mca	KPa
RS - T1	5,40	0,72	35,20	0,74	15,34	0,00	0,34	2,65	2,31	23,14
T1 - T2	2,70	0,49	35,20	0,51	25,78	2,31	0,29	2,30	4,32	43,21
T1 - C	2,70	0,49	21,60	1,35	18,28	4,32	2,11	-0,85	1,36	13,59

Fonte: Autor (2018)

Com isso, foi respeitada a pressão dinâmica mínima de 1 mca em todos os trechos e a velocidade máxima de 3 m/s.

Verificou-se outros trechos críticos da mesma forma até chegar em um trecho no qual as dimensões determinadas pelo ábaco luneta respeitassem as exigências da NBR 5626:1998. Foi aplicado o mesmo método para o sistema de água quente.

4.2.3.2. Sistema de esgoto

Para a modelagem do sistema de esgoto, partiu-se dos pontos de descarga dos aparelhos sanitários com ramais de descarga, ligando-os aos desconectares e posteriormente traçando os ramais de esgoto que ligam aos tubos de queda no segundo pavimento e aos elementos de inspeção no pavimento térreo.

No caso das pias da cozinha e da varanda, o ramal de descarga foi ligado diretamente as caixas de gordura. Nos banheiros foram inseridos sistemas de ventilação secundária com ramais e colunas de ventilação que interligam os ramais de esgoto para proteger os desconectares e impedir que os gases voltem aos pontos de descarga.

Após todo o sistema interno montado, com os ramais de descargas, ramais de esgoto, tubos de queda, sistema de ventilação secundária e desconectares, foram locados os sistemas de inspeção (caixa de inspeção e caixa de gordura) em pontos estratégicos a fim de promover maior segurança ao sistema de forma econômica. Com isso, foram lançados os tubos que compõe os subcoletores prediais e o coletor predial.

Todo o dimensionamento do sistema foi realizado de acordo com a NBR 8160:1999. Primeiramente, para o dimensionamento dos ramais de descarga, foram adotados diâmetros de acordo com a Tabela 15, que relaciona a UHC (Unidade de Hunter de Contribuição) que cada aparelho sanitário apresenta com o diâmetro nominal mínimo para descarga.

Tabela 15 - UHC dos aparelhos sanitários e DN mínimo dos ramais de descarga

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 <i>DN</i> mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para <i>DN</i> 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 <i>DN</i> 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

Para o dimensionamento dos ramais de esgoto foi utilizada a Tabela 16, que relaciona a soma das UHC de cada aparelho que descarrega esgoto para aquele trecho de tubulação com o diâmetro nominal mínimo do tubo.

Tabela 16 - Dimensionamento de 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

Para o dimensionamento dos tubos de queda foi utilizada a Tabela 17, que relaciona um número limite da soma das UHC dos aparelhos sanitários que descarregam esgoto naquele tubo com o diâmetro mínimo. E ainda relaciona todos esses dados com o número de pavimentos da edificação.

Tabela 17 - 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

Para o dimensionamento dos subcoletores e coletor predial foi utilizada a Tabela 18, que relaciona um número limite de UHC em função das declividades mínimas que aquela tubulação irá apresentar com os diâmetros nominais mínimos do tubo.

Tabela 18 - 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

O dimensionamento dos ramais de ventilação foi realizado utilizando a Tabela 19, que relaciona um número limite de UHC com os diâmetros mínimos do tubo e são divididas em duas categorias: Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias e Grupo de aparelhos com bacias sanitárias.

Tabela 19 - 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

O dimensionamento das colunas de ventilação foi realizado utilizando a Tabela 20, que relaciona um número limite de UHC, diâmetro do tubo de queda ou ramal de esgoto que o tubo ventilador está ligado e comprimento máximo que a coluna deve apresentar com os diâmetros mínimos do tubo.

Tabela 20 - 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

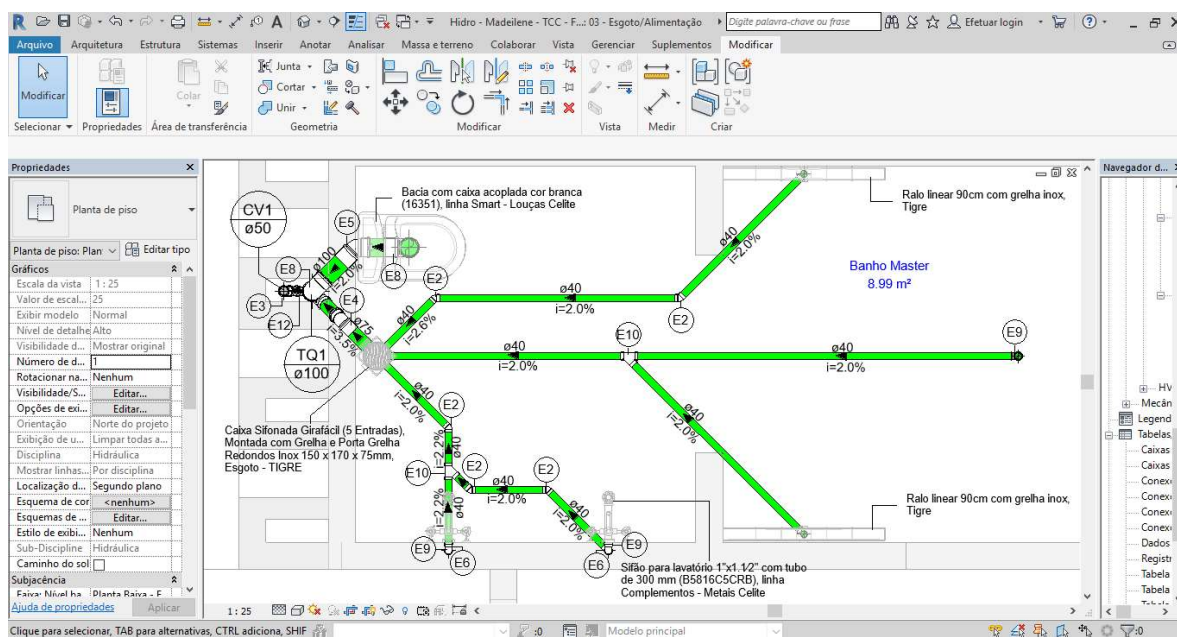
Para o sistema de ventilação, foi respeitada as distâncias máximas de um desconector ao tubo ventilador que o protege de acordo com a Tabela 21.

Tabela 21 - Distância máxima de um desconector ao tubo ventilador

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

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Figura 64 – Concepção do sistema de esgoto do banho máster da residência

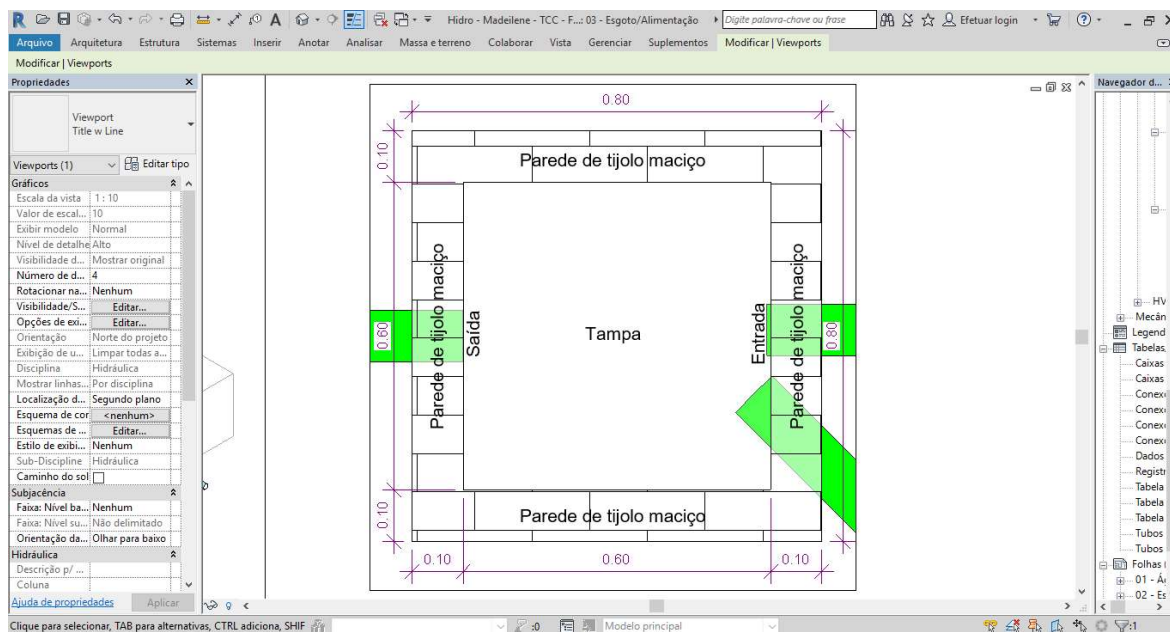


Fonte: Autor (2018)

Para a modelagem das caixas de inspeção foi respeitada a distância máxima de 25 metros entre dois dispositivos, a distância máxima de 15 metros do coletor predial com o público e com dispositivo de inspeção mais próximo e a profundidade máxima de 1 metro exigidas pela NBR 8160:1999.

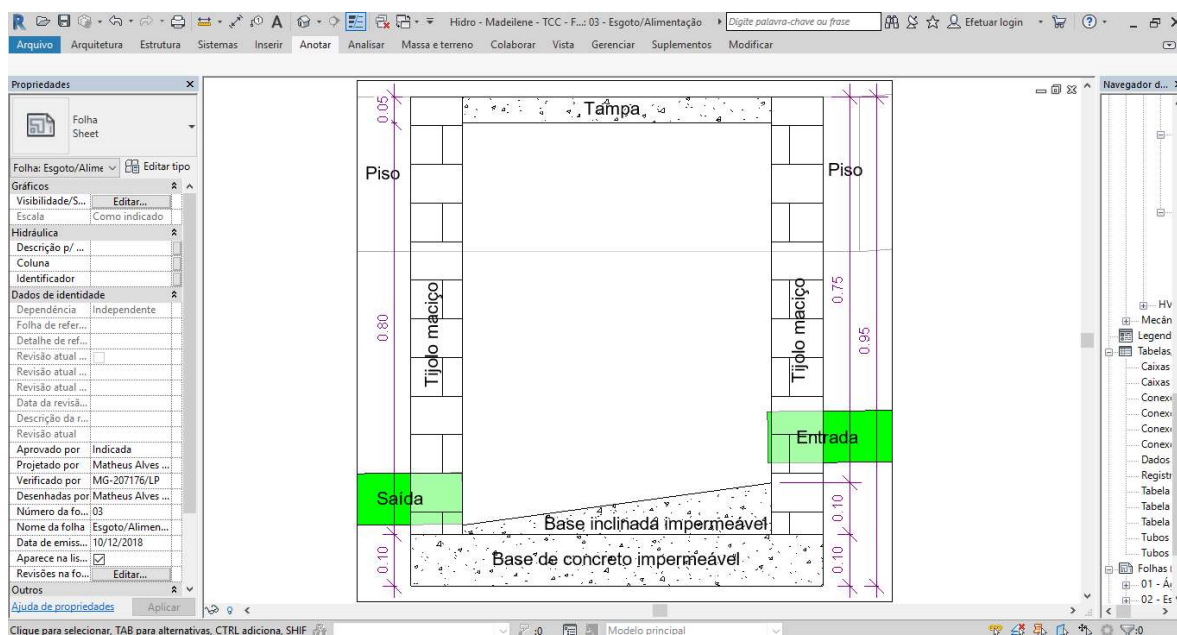
Elas ainda apresentam, de acordo com a NBR 8160:1999, forma prismática de base quadrada com as dimensões dos lados internos de 0,60 metros. Apresenta tampa facilmente removível, permitindo perfeita vedação e com fundo inclinado de modo a assegurar rápido escoamento do esgoto e evitar formação de depósito.

Figura 65 – Vista em planta da caixa de inspeção



Fonte: Autor (2018)

Figura 66 – Corte da caixa de inspeção



Fonte: Autor (2018)

As caixas de gorduras utilizadas no sistema de esgoto do projeto foram as da Tigre®. Elas têm a função de receber o esgoto proveniente do ramal da cozinha, possui um sifão que retém a gordura dentro da caixa, impedindo que seja conduzida pela tubulação. De acordo com a sua ficha técnica, a caixa de gordura da Tigre® foi dimensionada para atender 1 cozinha residencial, conforme especificação da norma NBR 8160:1999. Com isso, foi utilizado uma caixa de gordura da Tigre® para cada pia de cozinha da residência (na cozinha e na varanda), totalizando duas caixas de gordura.

Figura 67 – Elementos da caixa de gordura da Tigre®



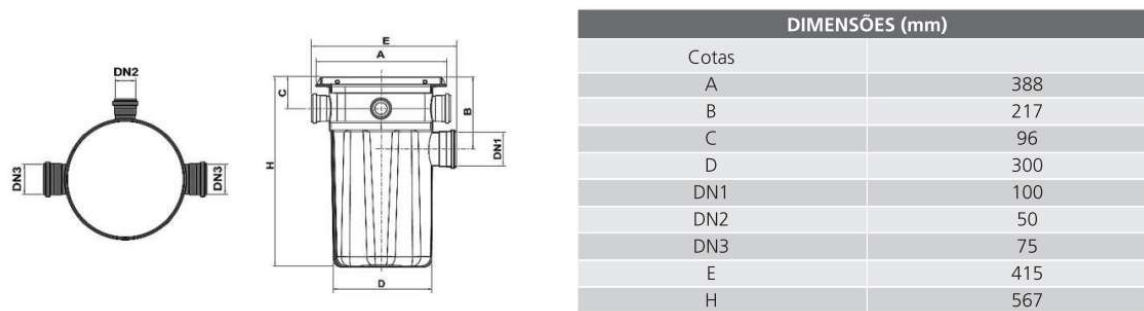
Fonte: Ficha técnica Tigre® (2018)

Figura 68 - Caixa de gordura da Tigre®



Fonte: Ficha técnica Tigre® (2018)

Figura 69 – Dimensões da caixa de gordura da Tigre®



Fonte: Ficha técnica Tigre® (2018)

4.2.3.3. Sistema pluvial

Para a modelagem do sistema pluvial, primeiramente foi calculada a vazão de projeto para posteriormente dimensionar a calha e as tubulações do sistema pluvial.

A vazão que será coletada pelas calhas (vazão de projeto) leva em consideração a intensidade pluviométrica para determinação, sua expressão está representada pela Equação 7.

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (\text{Equação 7})$$

onde:

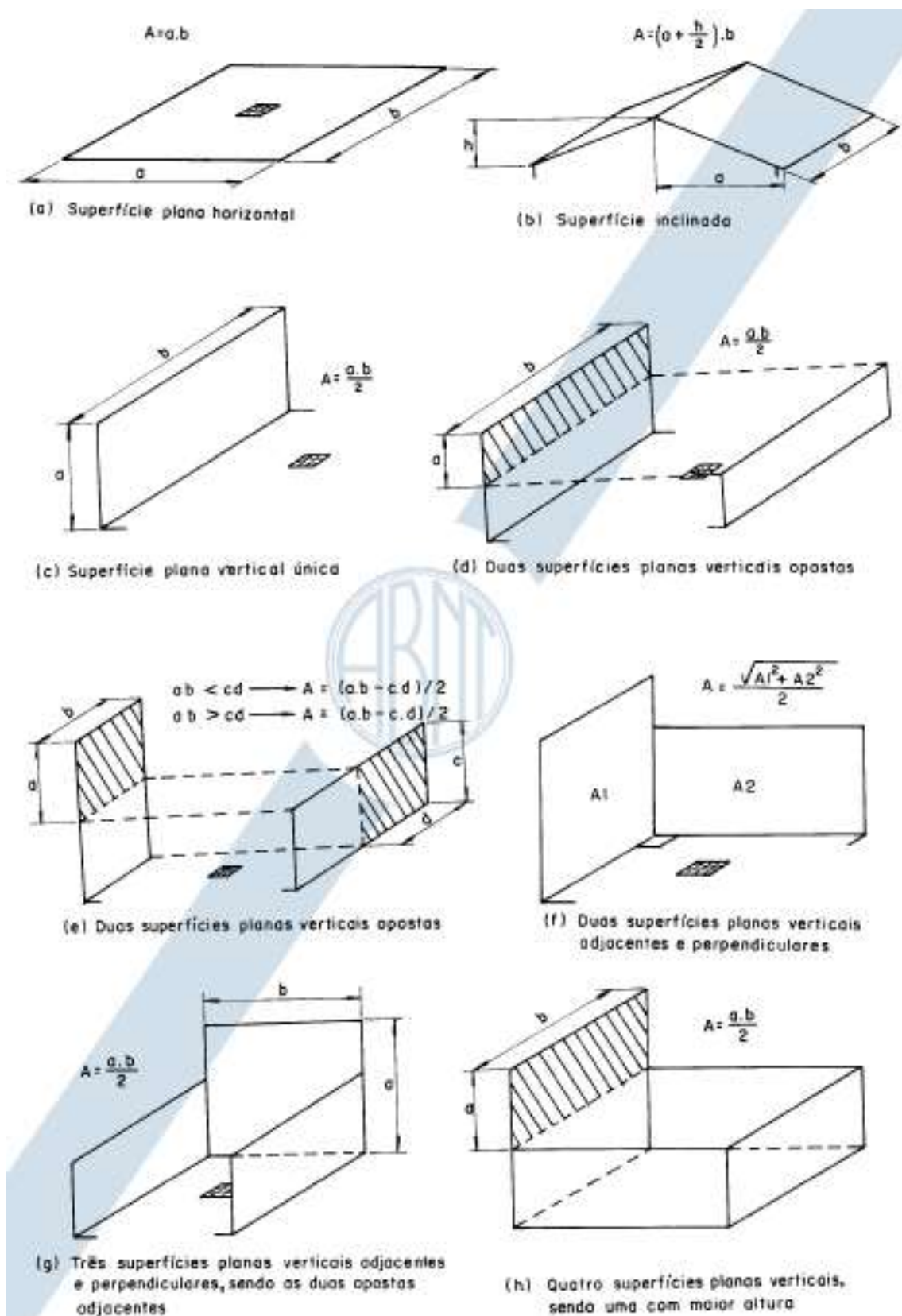
Q = vazão, em litros/min;

I = intensidade pluviométrica, mm/h;

A = área de contribuição, em m².

Para o cálculo da área de contribuição no telhado utilizou-se a expressão destacada no item b da Figura 70 que foi retirada da NBR 10844:1989. Para a determinação da intensidade pluviométrica analisou-se a Tabela 22 e definiu-se como referência a cidade de Catalão-GO (cidade mais próxima de Uberlândia-MG da tabela), considerando um período de retorno de 5 anos.

Figura 70 - Indicações para cálculos da área de contribuição



Fonte: ABNT NBR 10844:1989

Tabela 22 - Indicações para cálculos da área de contribuição

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	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	-

Fonte: ABNT NBR 10844:1989

Sabendo que as dimensões do telhado são: $h = 0,42$; $a = 4,2$; $b = 19,8$. Foi possível calcular a área de contribuição, resultando em: $A = 87,318 \times 2$ superfícies inclinadas (telhas) = $174,64 \text{ m}^2$. Utilizando o índice pluviométrico de Catalão-GO para um período de retorno de 5 anos, temos: $I = 174 \text{ mm/h}$. Com essas informações, foi possível calcular a vazão de projeto utilizando a Equação 7: $Q = 174,64 \times 174/60 = 506,44 \text{ L/min} = 8,44 \text{ L/s}$

Para o dimensionamento da calha, foi utilizada a Tabela 23, que apresenta de forma simplificada o dimensionamento de calhas retangulares em função do comprimento do telhado. Esse comprimento foi considerado como a medida da água da cobertura na direção do escoamento. No caso, são dois telhados que contribuem com vazão das águas pluviais para uma mesma calha. Para o dimensionamento foi somado o comprimento de ambos ($L_{total} = 4,2 + 4,2 = 8,4 \text{ m}$).

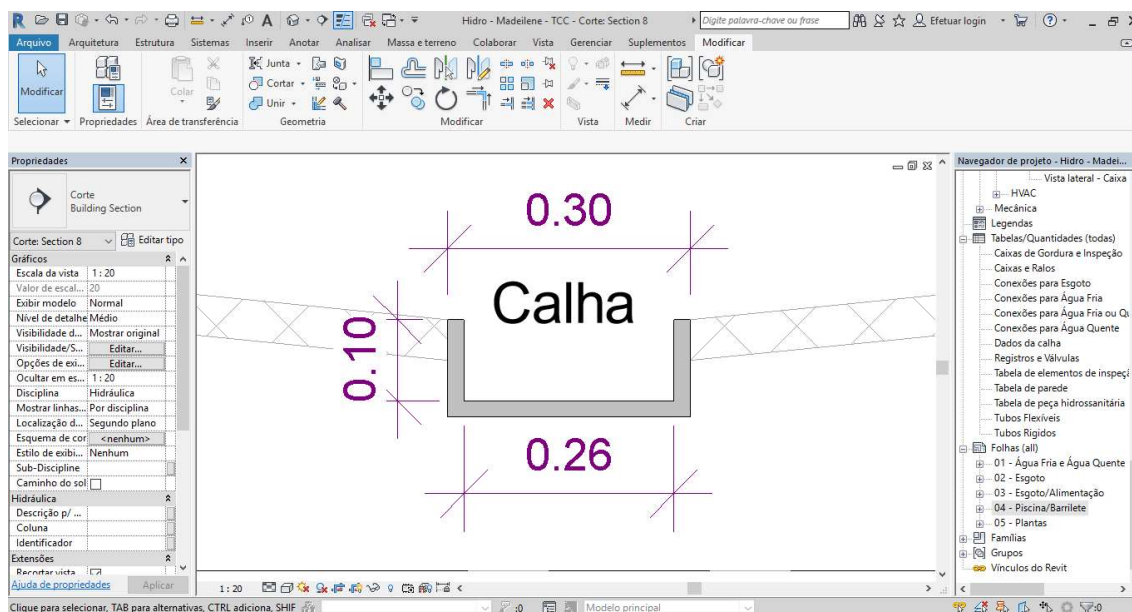
Tabela 23 – Dimensões das calhas de seção retangular em função do comprimento do telhado

Comprimento do telhado (m)	Largura da calha (m)
Até 5	0,15
5 a 10	0,20
10 a 15	0,30
15 a 20	0,40
20 a 25	0,50
25 a 30	0,60

Fonte: adaptada de Carvalho (2013, p. 129)

Analisando a Tabela 23, concluímos que a largura da calha deve ter no mínimo 0,2 metros e podemos considerar a altura como a largura dividido por dois, ou seja, a altura será de no mínimo 0,1 metro. Como no projeto arquitetônico em CAD era apresentada um vão de 30 centímetros entre as telhas como espaço para locação da calha, foi adotada uma calha de chapa galvanizada com espessura de 2 centímetros, largura de 26 centímetros e altura de 10 centímetros (Figura 71).

Figura 71 – Seção transversal da calha utilizada no projeto



Fonte: Autor (2018)

Para o dimensionamento dos condutores verticais foi adotado um método que relaciona a área do telhado com a seção do condutor. Esse método é de Botelho e Ribeiro 1998 no livro “Instalações Prediais feitas para durar” que fornece o diâmetro do tubo para as chuvas críticas de 120mm/h e 150mm/h e a capacidade de vazão de cada tubo. A Tabela 24 apresenta essa relação.

Tabela 24 – Dimensões das calhas de seção retangular em função do comprimento do telhado

Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área do telhado (m ²)	
		Chuva de 150mm/h	Chuva de 120mm/h
75	1,76	42	53
100	3,78	90	114
125	7,00	167	212
150	11,53	275	348
200	25,18	600	760

Fonte: Botelho e Ribeiro (1998, p.133)

Com a área do telhado de 147,29 m², considerando chuvas críticas de aproximadamente 150mm/h e vazão de projeto igual a 8,44 L/s, conclui-se que deve ser usados 2 tubos de 125 mm ou 3 tubos de 100 mm. Foi escolhido utilizar 3 tubos de 100 mm (Capacidade de vazão de 3 tubos de 100mm = 3,78 x 3 = 11,34 L/s > 8,44 L/s) para atender a vazão na calha. Como a chuva crítica é um pouco maior do que a tabelada (174 mm/h), foi adicionado mais um tubo de 100 mm por questão de segurança.

Os diâmetros dos condutos verticais foram determinados de acordo com a Tabela 25, que relaciona a capacidade de vazão de cada conduto em função da declividade, diâmetro e rugosidade.

Tabela 25 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

Diâmetro interno (D) (mm)	$n = 0,011$				$n = 0,012$				$n = 0,013$			
	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %	0,5 %	1 %	2 %	4 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

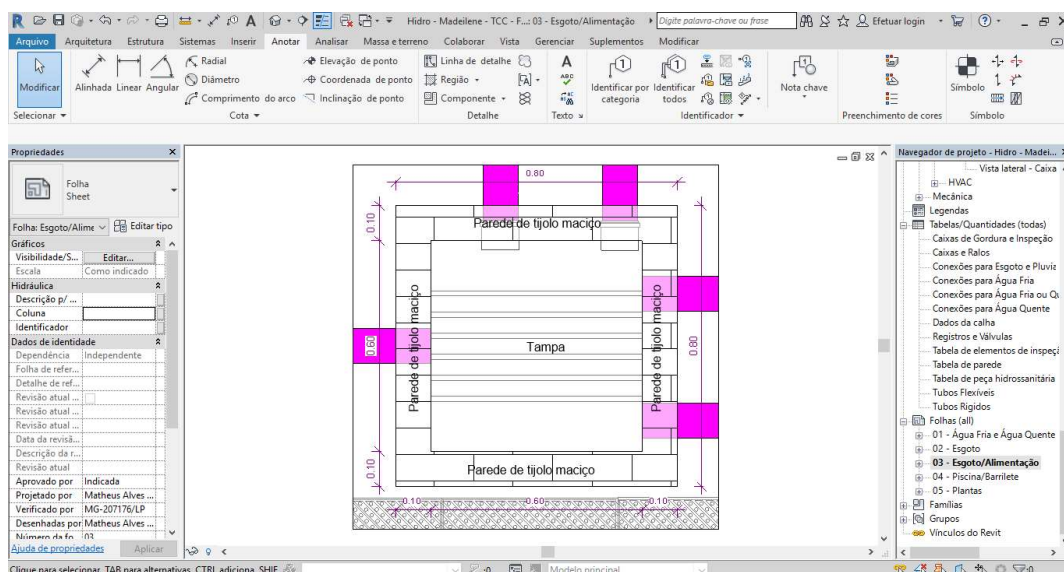
A área de contribuição para o pavimento térreo encontrada foi de 84,15 m², somando essa área com a área encontrada no telhado, chegamos em um valor igual a 258,79 m². Com isso foi encontrada uma vazão de projeto de 750,49 L/min.

Com as tubulações utilizados no projeto do sistema de águas pluviais sendo de PVC ($n = 0,011$) e inclinações adotadas de 0,5%, conclui-se que deve ser utilizado um tubos de 100 mm em cada saída das caixas de passagens 1 e 3 (onde a contribuição de vazão é menor) e dois tubos de 100 mm na saída da caixa de passagem 2.

As caixas de passagem foram previstas sempre que houve conexões com outra tubulação, mudança de declividade, mudança de direção e ainda a cada trecho de 20m nos percursos retilíneos.

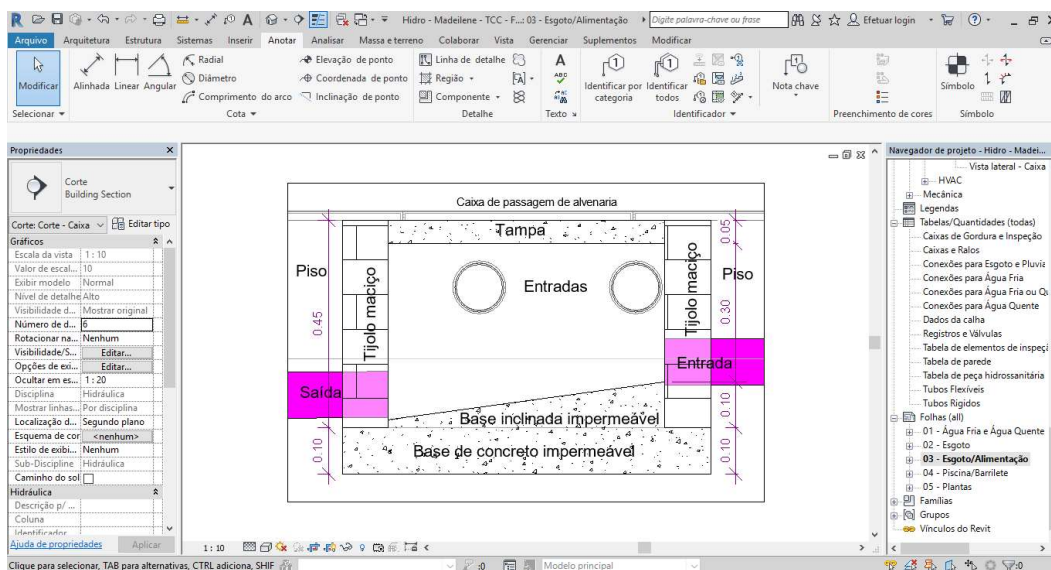
As ligações entre os condutores verticais e horizontais foram feitas por curvas de raio longo, com caixa de passagem, estando o condutor horizontal enterrado, de acordo com o item 5.7.5 da NBR 10844:1989. Os fundos das caixas de passagens são de base inclinada a fim de promover o rápido escoamento das águas pluviais e evitar o acúmulo de água parado e a proliferação do mosquito da dengue.

Figura 72 – Vista em planta da caixa de passagem



Fonte: Autor (2018)

Figura 73– Corte da caixa de passagem



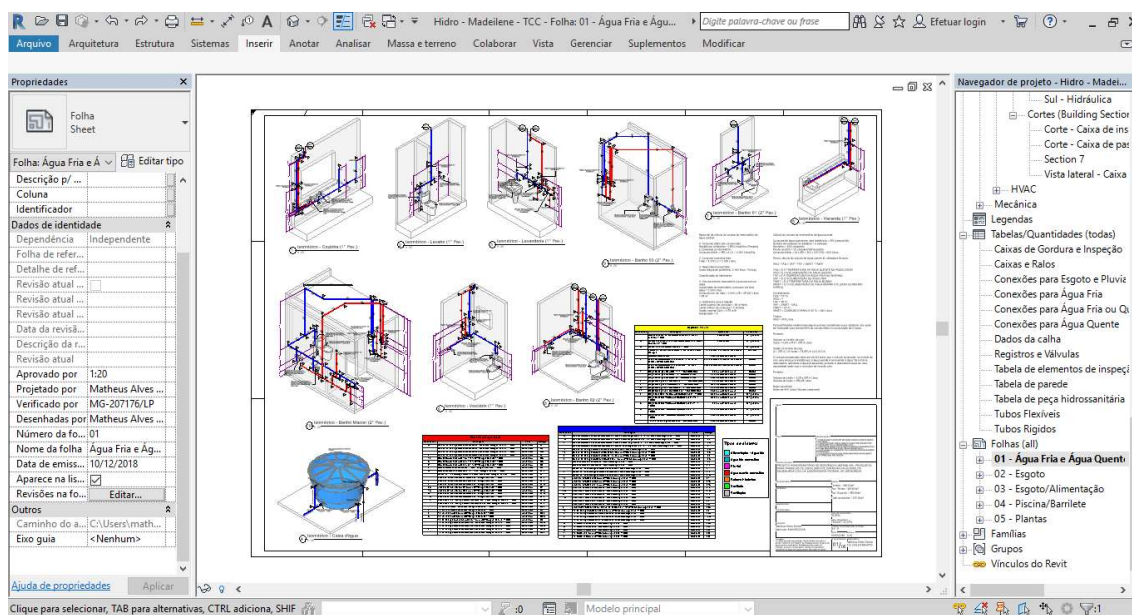
Fonte: Autor (2018)

4.2.4. Montagem das pranchas – Caso 02

Com o projeto hidrossanitário finalizado, dimensionado e compatibilizado com o próprio projeto e com a arquitetura, montou-se as pranchas com todas informações que costumam serem exigidas pelas concessionárias de abastecimento de água e de esgotamento sanitário para aprovação de um projeto no Brasil. Como, por exemplo, o DMAE de Uberlândia – MG, concessionária no qual os padrões requeridos por eles serviram de referência para a elaboração desse projeto.

As folhas do projeto apresentam: Plantas baixas de esgoto e pluvial; Cobertura com detalhes da instalação pluvial, de água fria e água quente (barriletes) e reservatório; Detalhamento das caixas de inspeção, gordura e de passagem; Tabelas de quantitativo de materiais hidrossanitários; isométricos de água fria, água quente e caixa d'água; Memoriais de cálculo. No total, foram montadas cinco pranchas em folhas de tamanho A0. Elas se encontram nos apêndices desse trabalho.

Figura 74 – Prancha com detalhes da instalação de água fria e água quente no Revit



Fonte: Autor (2018)

5. Considerações finais

5.1. Conclusões

Atualmente, no mercado de construção civil brasileiro, existe uma carência de projetos que antecipem os erros encontrados nas obras e que promovam soluções técnicas e econômicas para a execução de um empreendimento. Deste modo, existem muitos desperdícios e retrabalhos que acabam acarretando em perda de produtividade, dinheiro e tempo em uma construção.

A solução proposta nesse trabalho foi de promover o método de desenvolvimento de projetos utilizando a plataforma BIM (conceito que, recentemente, vem sendo bastante estudado), apresentando as vantagens e a qualidade de se adequar a essa ferramenta.

Esse é um processo de transformação, no âmbito da construção civil, que tende a ser um pouco mais lento do que a transição da prancheta para o CAD. Enquanto no CAD tinha-se apenas informações gráficas de desenho, no BIM tem-se um conceito que integra a modelagem em 3D com diversas informações (gráficas e não gráficas) de todos elementos da edificação, possibilitando os profissionais da área a terem o máximo detalhamento de um empreendimento na etapa de projeto.

"A primeira mudança se restringiu ao meio, ou seja, tudo o que antes se fazia no papel passou a ser feito no computador. O BIM, no entanto, vai exigir uma mudança cultural de toda a cadeia da construção civil, inclusive dos escritórios de arquitetura."
(CORRÊA, 2011)

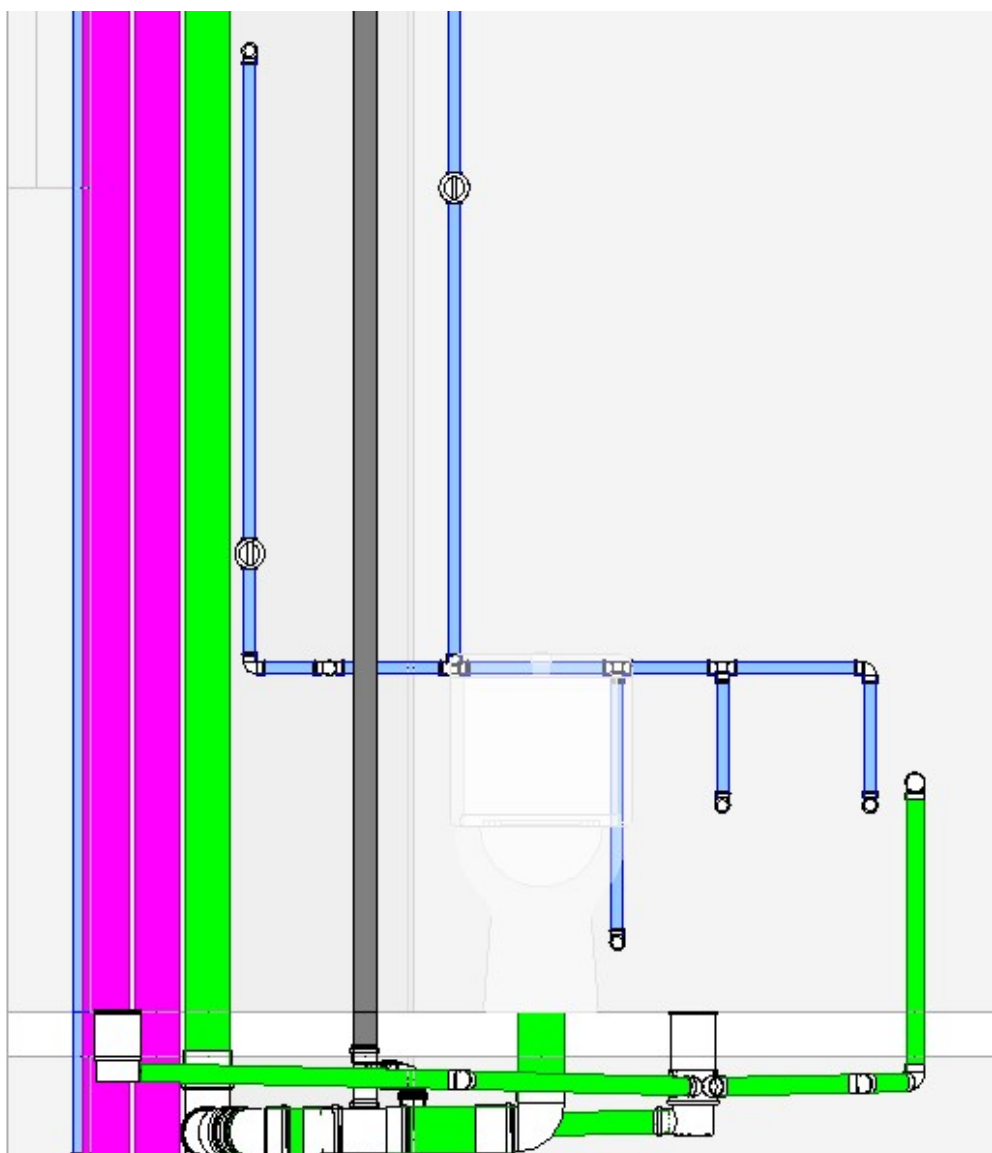
Como pode-se perceber neste trabalho, o simples fato de se elaborar um projeto utilizando a tecnologia BIM, possibilitou identificar diversos problemas de incompatibilidades entre alguns elementos do mesmo projeto (hidrossanitário) e do projeto arquitetônico.

No caso 01 foram identificadas 3 incompatibilidades que teriam que ser resolvidas na obra, no momento da execução do sistema. Isso acarretaria na compra de mais materiais, desmontagem de elementos já construídos, mudanças no que foi proposto pelo projeto, gasto de tempo e dinheiro com serviços que poderiam ter sido evitados e atraso na execução da obra.

Com o projeto desenvolvido na plataforma BIM, temos uma visualização mais clara de todos os elementos do sistema hidrossanitário. Levando essa tecnologia para a obra, pode-se analisar no momento da execução todos os detalhes contidos no projeto.

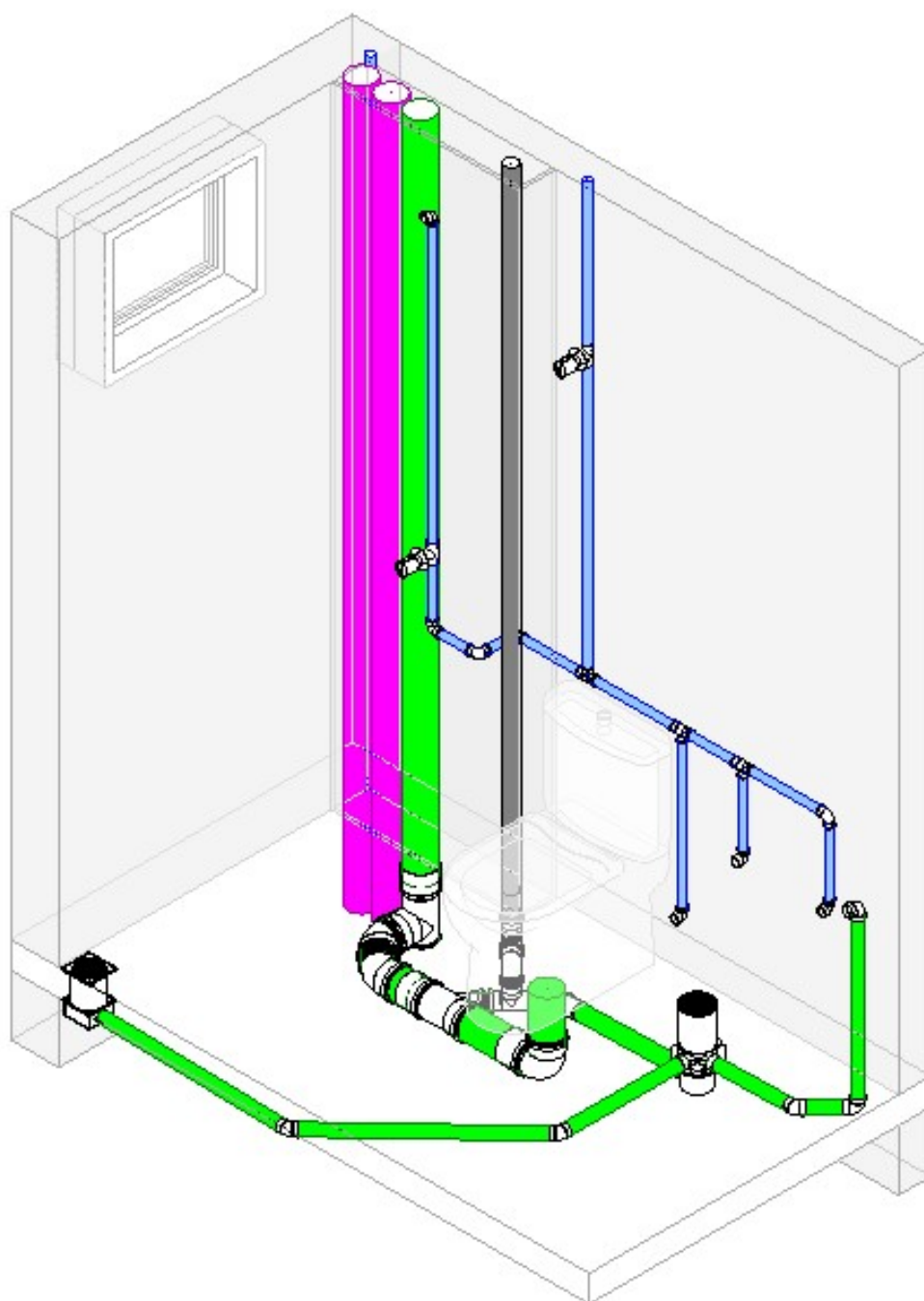
Em questão de segundos, pode-se fazer um corte para analisar a concepção lateral do sistema hidrossanitário (Figura 75). Pode-se ainda, a qualquer momento, visualizar todo o sistema em 3D, estudando a concepção de todo sistema unificado (água fria, esgoto, ventilação e pluvial) em uma vista (Figura 76).

Figura 75 – Corte de um banheiro do edifício com detalhes do sistema hidrossanitário- Caso 01



Fonte: Autor (2018)

Figura 76 – Isométrico de todo sistema hidrossanitário de um banheiro do edifício – Caso 01



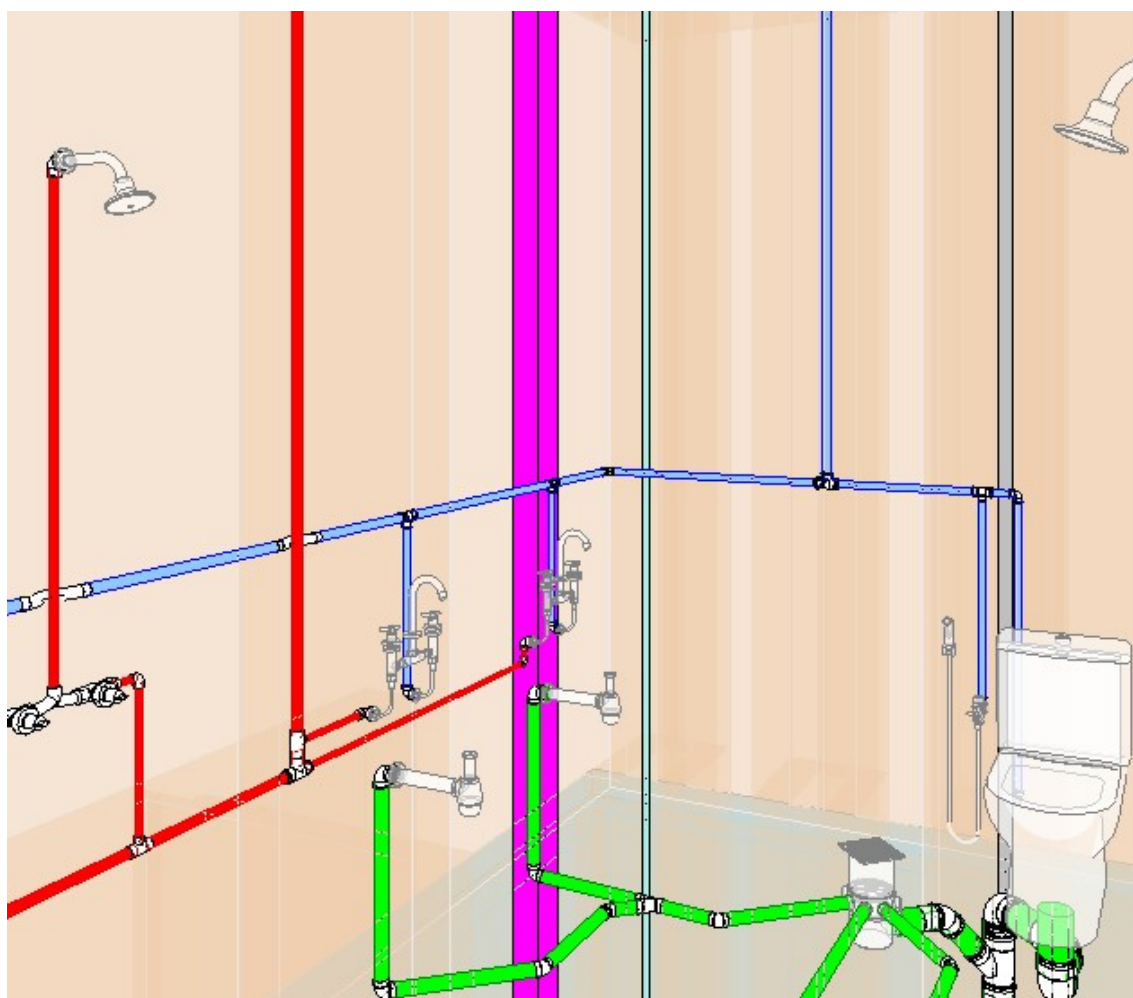
Fonte: Autor (2018)

Outra grande vantagem são os quantitativos de materiais que é gerado em tempo real, à medida que o projeto é realizado. Essa quantidade é exata e se aproxima muito do que realmente será utilizado na obra. Além do quantitativo, temos várias informações associadas aos elementos do projeto, como os fabricantes, links de onde adquirir, preço, material, dimensões, catálogos técnicos, manuais técnicos, guias de execução, etc.

Com todas essas informações disponíveis em um projeto, pode-se evitar todos os problemas citados no sexto parágrafo desse capítulo. Garantindo, então, uma construção mais segura, econômica e viável, podendo diminuir o tempo de execução da obra seguindo um projeto mais detalhado com melhor concordância e harmonia.

No caso 2, executando um projeto hidrossanitário desde o início, observou-se a presteza de se desenvolver uma concepção para cada sistema (água fria, água quente, esgoto, ventilação e pluvial) dentro da plataforma BIM, essa facilidade se relaciona com o fato de podermos, a qualquer momento, analisar as várias vistas dentro de uma área da edificação. Podemos criar cortes, analisar a vista 3D e até estudar uma vista de dentro da edificação (Figura 77) de forma imediata. Desta forma, pode-se evitar ao máximo todas interferências do projeto à medida que ele é realizado.

Figura 77 – Vista interna do banho máster da residência – Caso 02



Fonte: Autor (2018)

Com auxílio da ferramenta BIM, o projeto pôde ser modelado analisando cada elemento da arquitetura, evitando assim qualquer interferência entre o sistema hidrossanitário e arquitetônico, ou seja, o sistema foi concebido de forma compatível, promovido pela integração do projeto arquitetônico com o hidrossanitário.

Outra vantagem percebida se deu com a observação dos materiais que eram utilizados em projeto, podendo, todas informações deles serem analisadas ou até alteradas a qualquer momento. Como a aplicação do BIM envolve a integração de todas as informações do projeto, qualquer alteração que seja feita, atualiza automaticamente os dados relacionados a elas. Assim, se houvesse desejo de se alterar algum elemento do projeto, isso poderia ser feito de forma funcional e prática.

Todos esses benefícios são capazes de levar ganhos não apenas às etapas de planejamento e execução, mas também impactam de forma positiva no resultado final e na qualidade geral do projeto.

Aplicando o conceito de Modelagem da Informação da Construção, é possível prever quase todos problemas que seriam encontrados na obra já na etapa de projeto.

5.2. Sugestões para futuros trabalhos

As possibilidades que podemos ter utilizando a ferramenta BIM são incontáveis e está além de um projeto reproduzido no papel. Algumas sugestões para futuros trabalhos são:

Analisar as incompatibilidades do projeto arquitetônico e hidrossanitário do edifício no caso 01 com os projetos estrutural, elétrico, de climatização e de gás;

Atribuir ao caso 02 deste trabalho um projeto estrutural e elétrico com a finalidade de integrar todos os projetos para a construção da residência em uma só plataforma de forma compatível;

Atribuir um preço a cada elemento dos projetos hidrossanitários do caso 01 e caso 02, a fim de se estabelecer um orçamento para a execução desse sistema na obra;

Explorar as demais dimensões do BIM com uso conjunto de outros softwares para compatibilização e para realização de orçamento, cronograma físico-financeiro e planejamento de obras.

6. Referências bibliográficas

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. **O processo digital de geração da forma baseado no desempenho com suporte em BIM: o caso do Smithsonian Institution Courtyard Enclosure**. II Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído e X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Rio de Janeiro, novembro de 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 5626: Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1999.

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

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

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

ÁVILA, V.M. **Compatibilização de Projetos na Construção Civil: Estudo de Caso em um Edifício Residencial Multifamiliar**. 2011. 84 f. Monografia (Especialização em Engenharia Civil). Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 2011.

BOTELHO, M. H. C.; RIBEIRO, G. A. **Instalações Hidráulicas Prediais Feitas para Durar**. Editora Pro Editores, 1998.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, São Paulo, 2008. (Vol. 8, pp. 1-10).

COSTA, Eveline Nunes. **Avaliação da metodologia BIM para a compatibilização de projetos**. 2013. 84f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2013.

DUARTE, José Renato Aguiar. **Vantagens e dificuldades no uso do Revit**. Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/software/vantagens-e-dificuldades-no-uso-do-revit.html>>. (Acesso em: 11/12/2018).

DUARTE, José Renato Aguiar. **Revit - Software BIM para projeto**. Disponível em: <<http://www.jrrio.com.br/software/revit-software-bim.html>>. (Acesso em: 11/12/2018).

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de Bim: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre: Bookman, 2014, 483 p.

GRAZIANO, Paulo F. **Compatibilização de projetos**. 2003. Notas de aulas (Mestrado Profissional do IPT) – Instituto Paulista de Tecnologia, São Paulo: 2003. Disponível em: < <http://www.lem.ep.usp.br/pef604/PEF640-Impactos%20do%20Projeto.pdf>> (Acesso em: 11/12/2018).

MASOTTI, Luís Felipe Cardoso. **Análise da implementação e do impacto do BIM no Brasil**. 2014. 72p. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MATTOS, Aldo Dorea. **Engenharia de Custos: BIM 3D, 4D, 5D e 6D**. 2014. Blogs PINI. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d-335300-1.aspx>>. (Acesso em: 11/12/2018).

NAKAMURA, Juliana. **Como compatibilizar bem projetos de diferentes especialidades**. 2011. Disponível em: <<http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/211/tudo-coordenado-238914-1.aspx>>. (Acesso em: 11/12/2018).

OLIVEIRA, A.; GODENY, B.; MANZIONE, L. **Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM)**. Santa Catarina, 2013.

OLIVEIRA, André. **Material de aula**. Faculdade de Engenharia Civil da UFU, Uberlândia, 2017.

RUGGERI, Renê G. **Cultura da colaboração como necessidade para projeto Integral em Arquitetura e Engenharia: o relato de um caso BIM**. Revista Técnica, São Paulo, ano 25, n. 238, p.50-58, jan. 2016.

RODRIGUEZ, Marco Antonio Arancibia. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações**. 2005. 172 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SILVA, Fernando Augusto de Corrêa. Artigo: **As lições de Singapura: para vencer barreiras na implementação do BIM, setor público foi quem tomou a liderança**. Revista Construção Mercado. PINI, São Paulo, n. 171, out. 2015. Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacaoconstrucao/171/artigo364801-1.aspx>. (Acesso em: 11/12/2018)

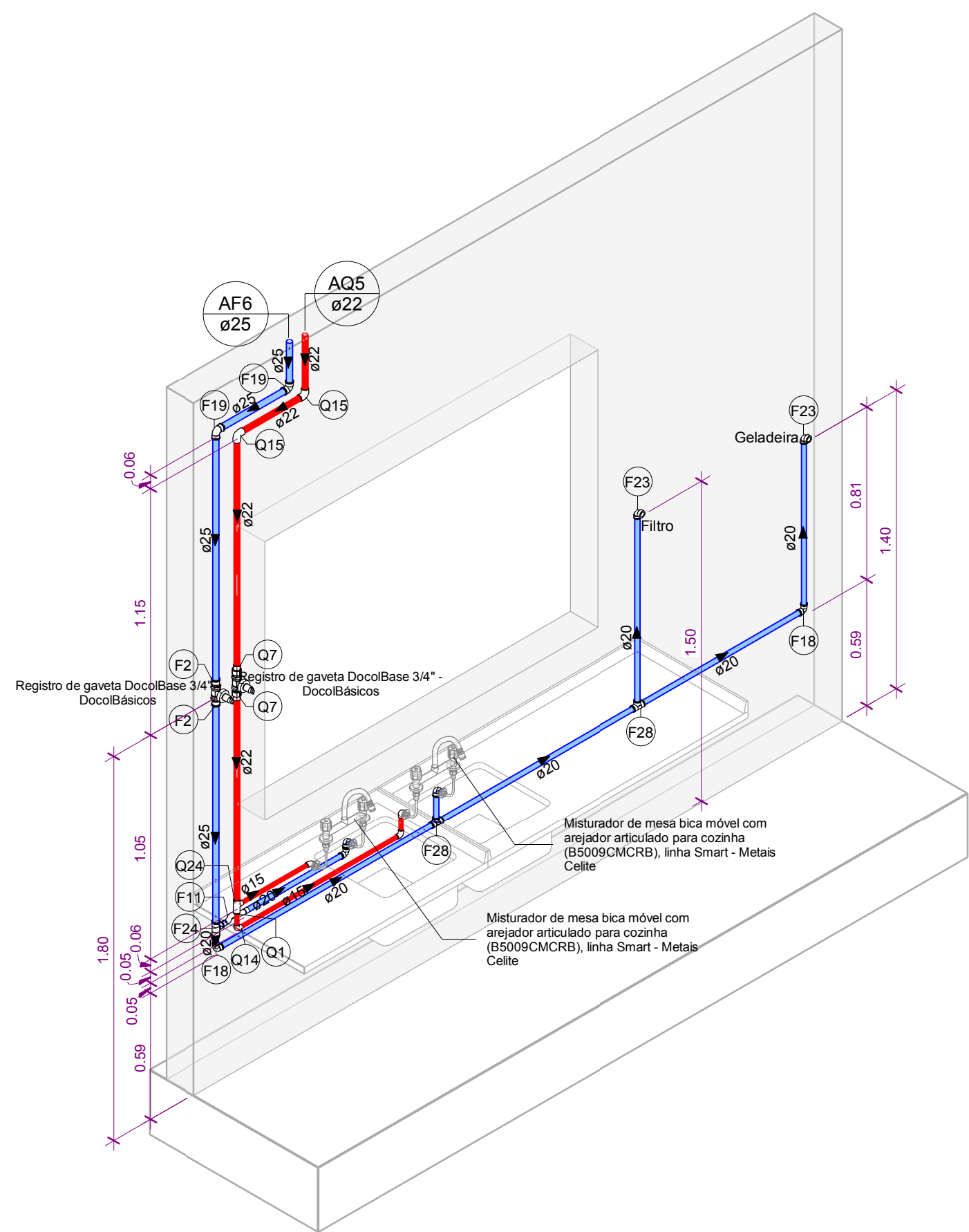
SANTOS, Aguinaldo dos; POWELL, James e FORMOSO, Carlos Torres. **Construção enxuta**. Revista Técnica, São Paulo, n. 37, nov. 1998. Disponível em: <http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/37/artigo285123-1.aspx> (Acesso em: 11/12/2018).

VOLPATO, Mateus Pereira. **Modelagem, Compatibilização de projetos e Orçamentação de um Edifício Residencial através da Metodologia BIM**. 2015. 151 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

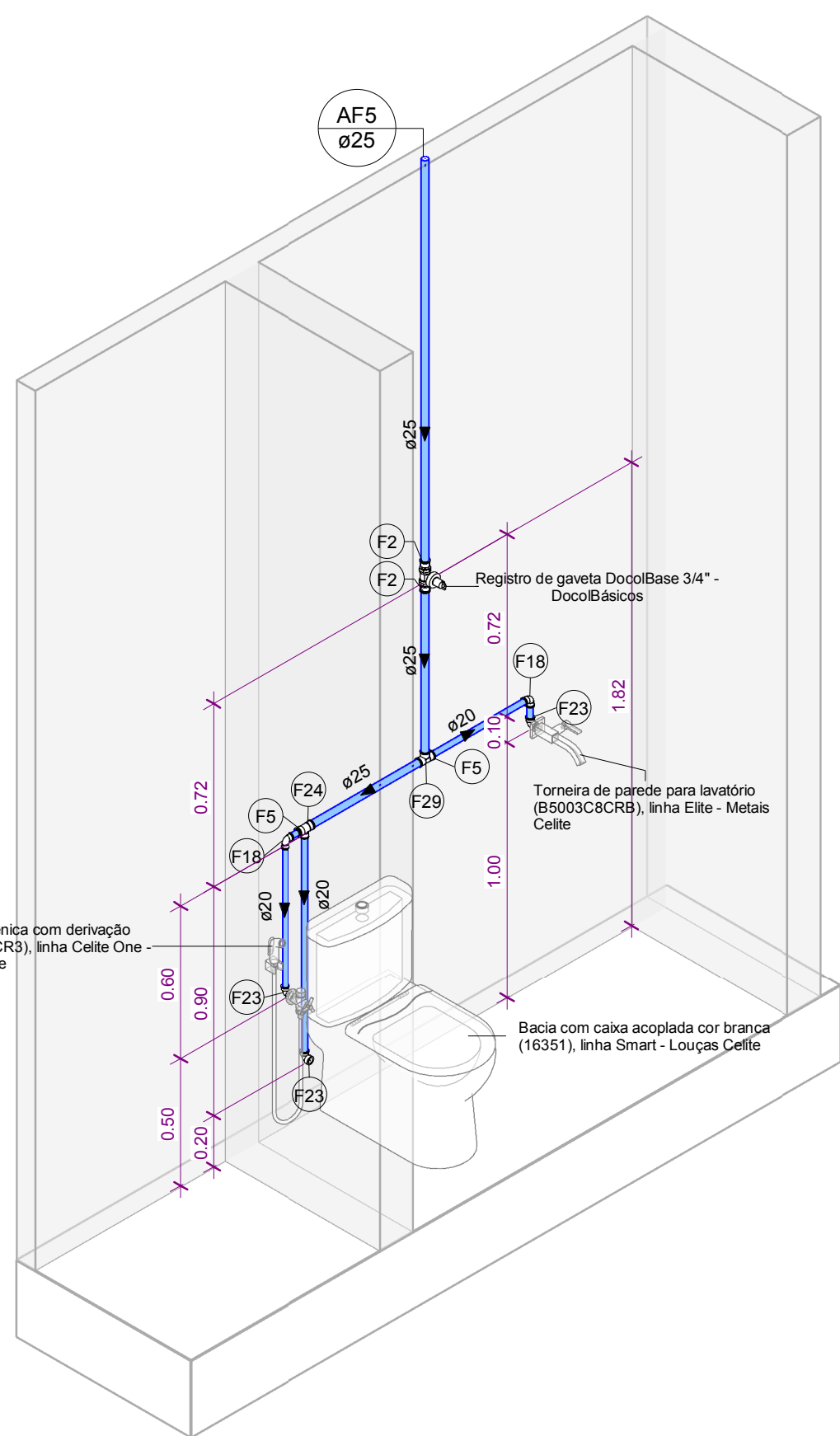
WONG,A.K.D; F.K.W.; NADEEM, A. **Comparative Roles of Major Stakeholdes for the Implementation of BIM in Various Countries**. Integration and Collaboration 3, Changing Roles. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228743459_Comparative_Roles_of_Major_Stakeholders_for_the_Implementation_of_BIM_in_Various_Countries. (Acesso em: 11/12/2018).

APÊNDICES

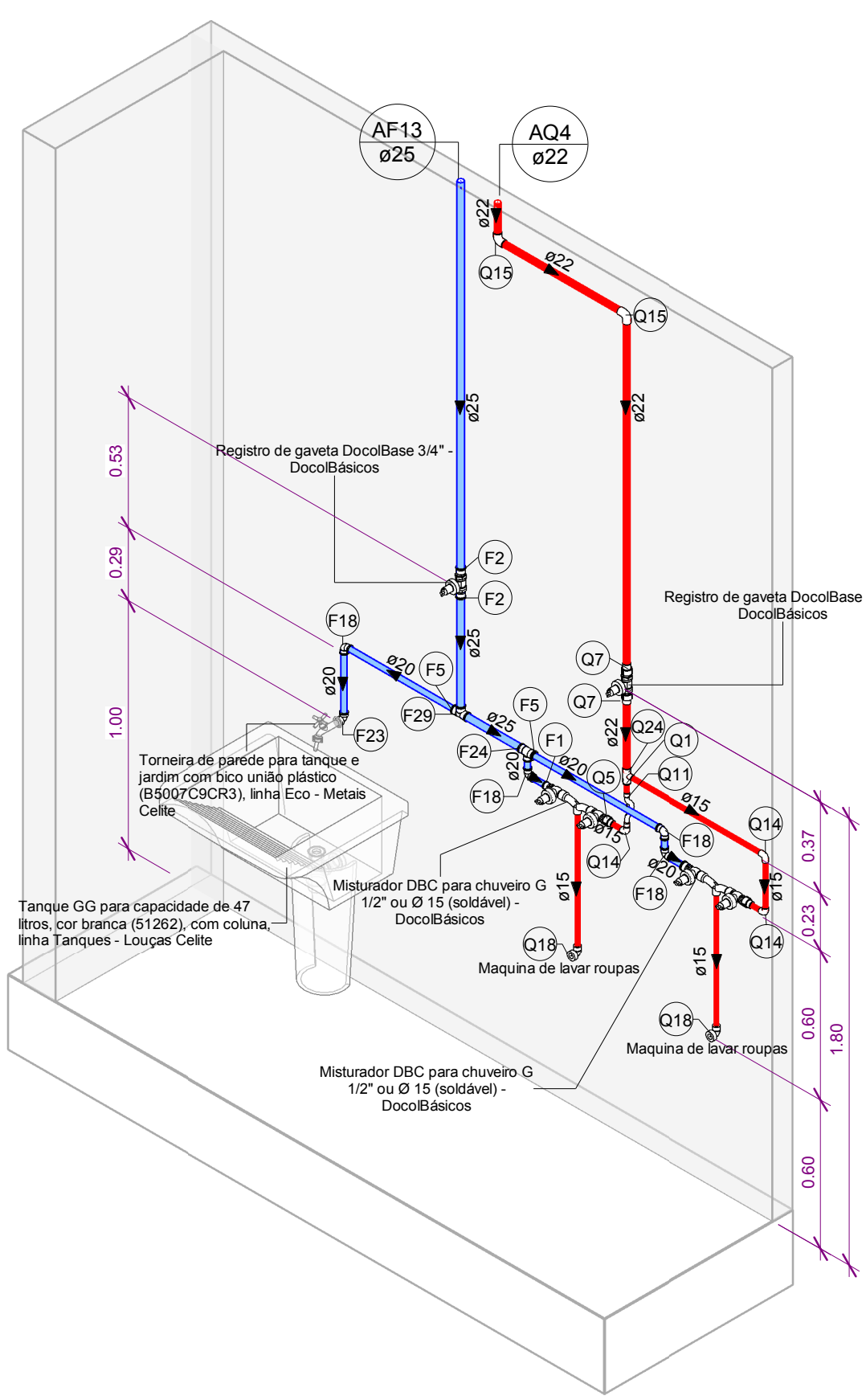
APÊNDICE A – FOLHA 01 DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO DO CASO 02



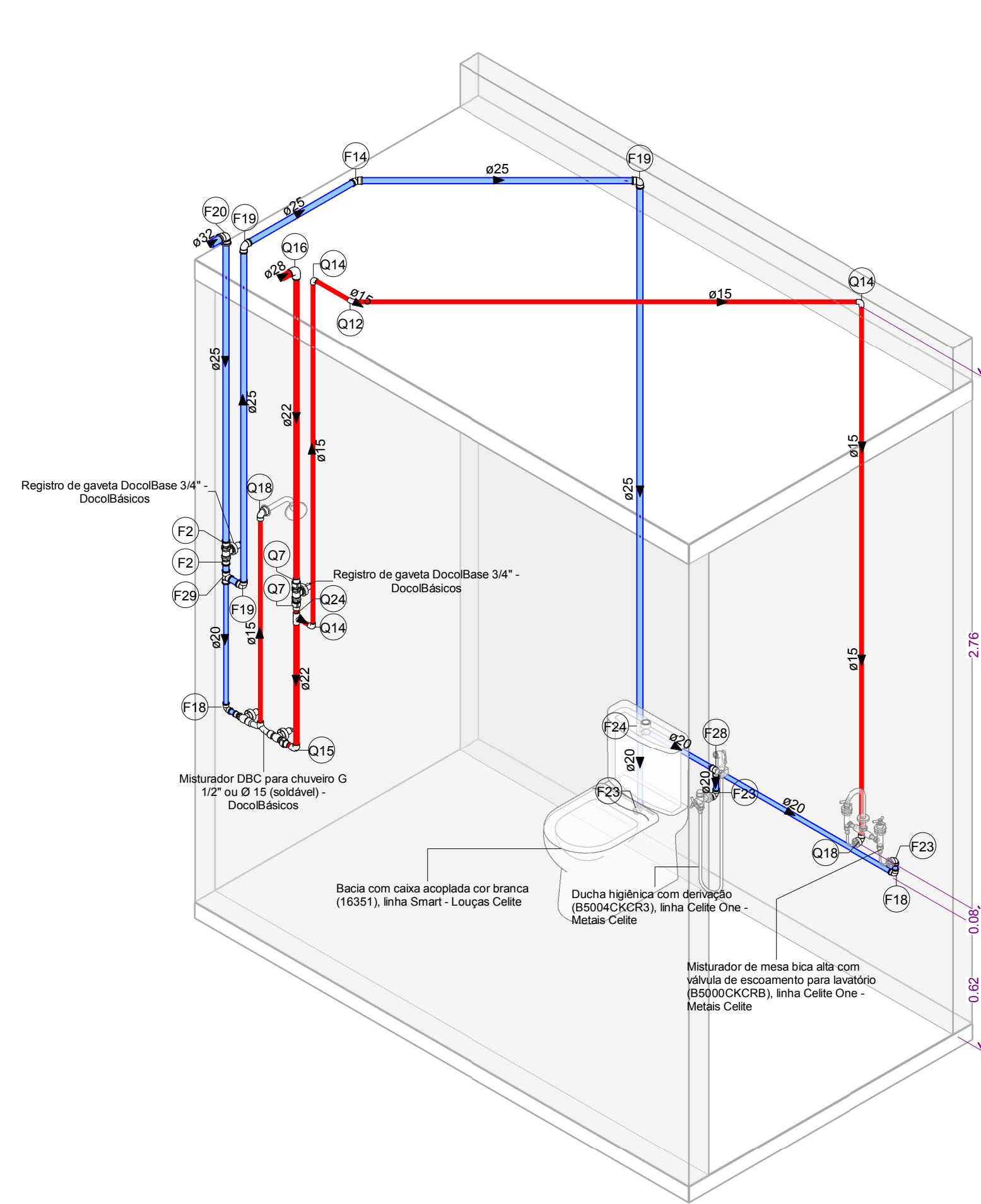
1 Isométrico - Cozinha (1º Pav.)
1 : 20



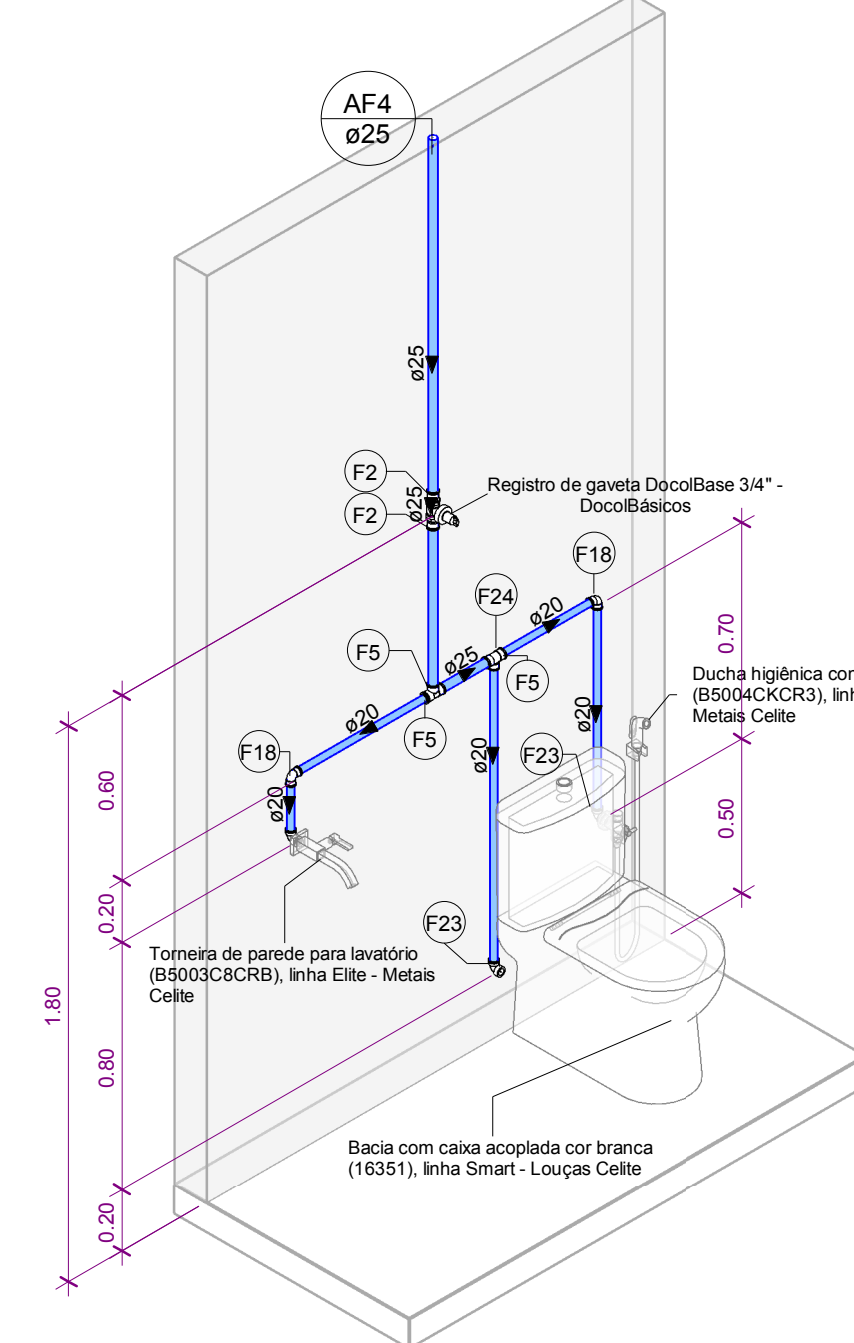
2 Isométrico - Lavabo (1º Pav.)
1 : 20



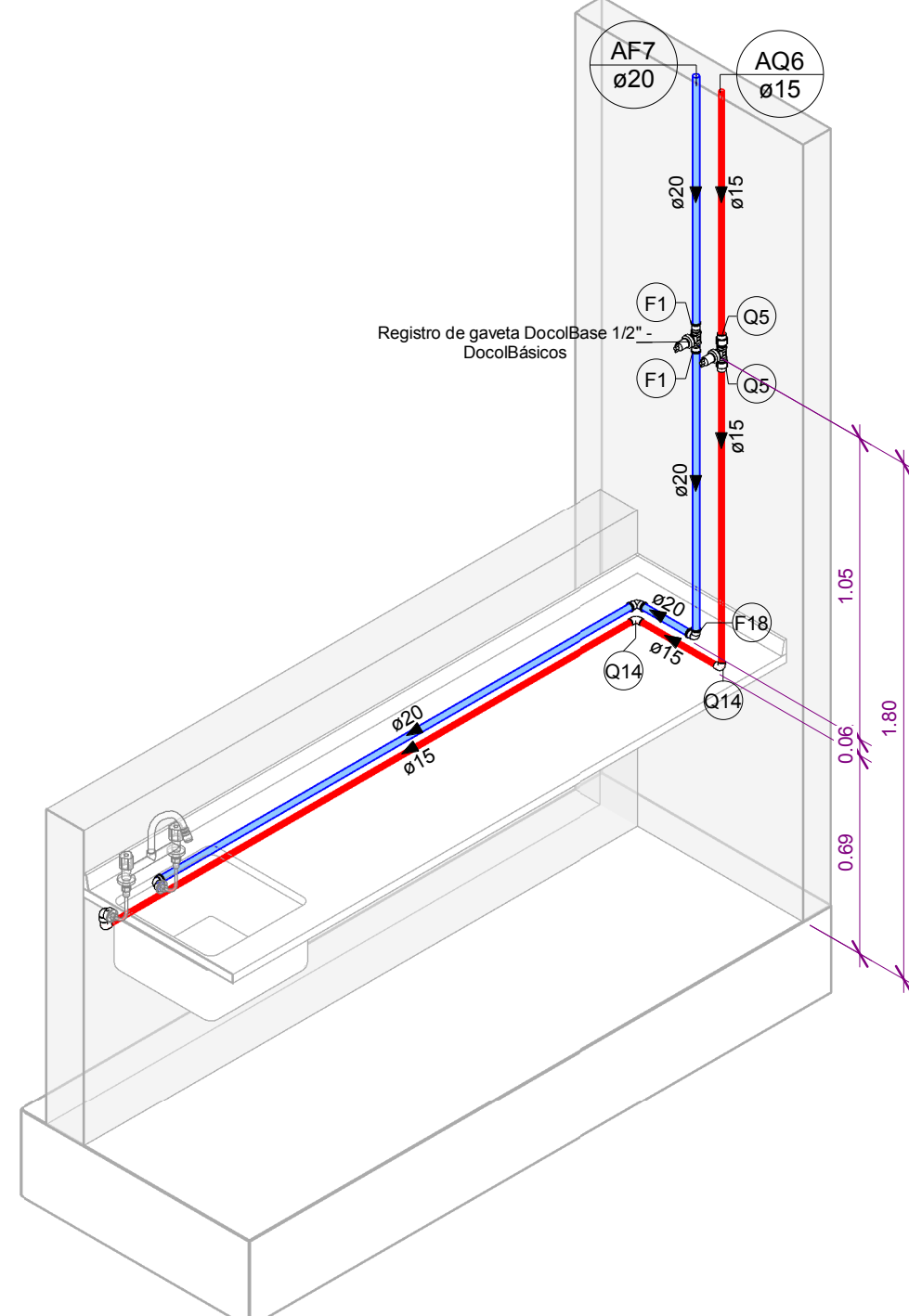
3 Isométrico - Lavanderia (1º Pav.)
1 : 20



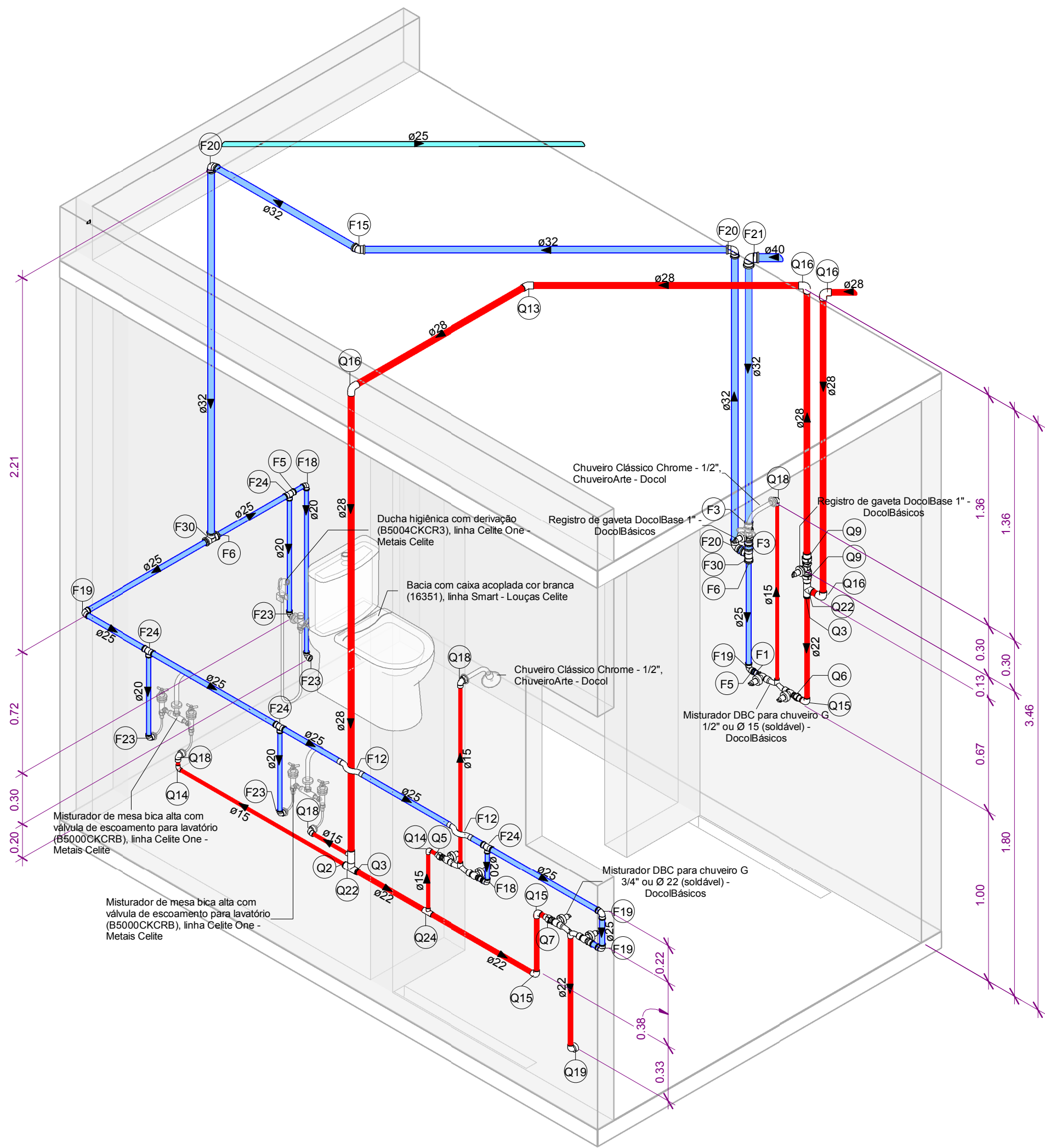
9 Isométrico - Banho 03 (2º Pav.)
1 : 20



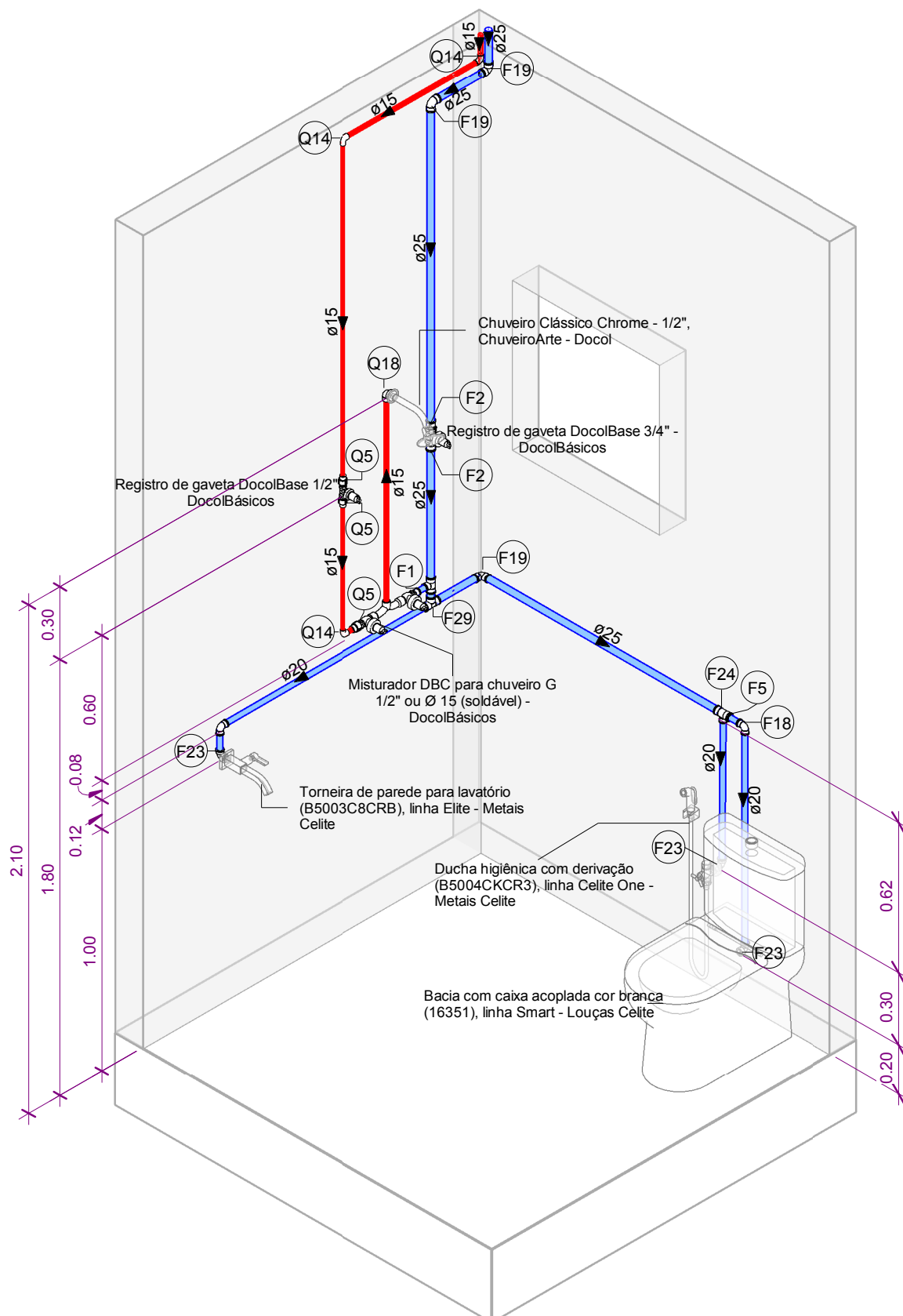
7 Isométrico - Banho 01 (2º Pav.)
1 : 20



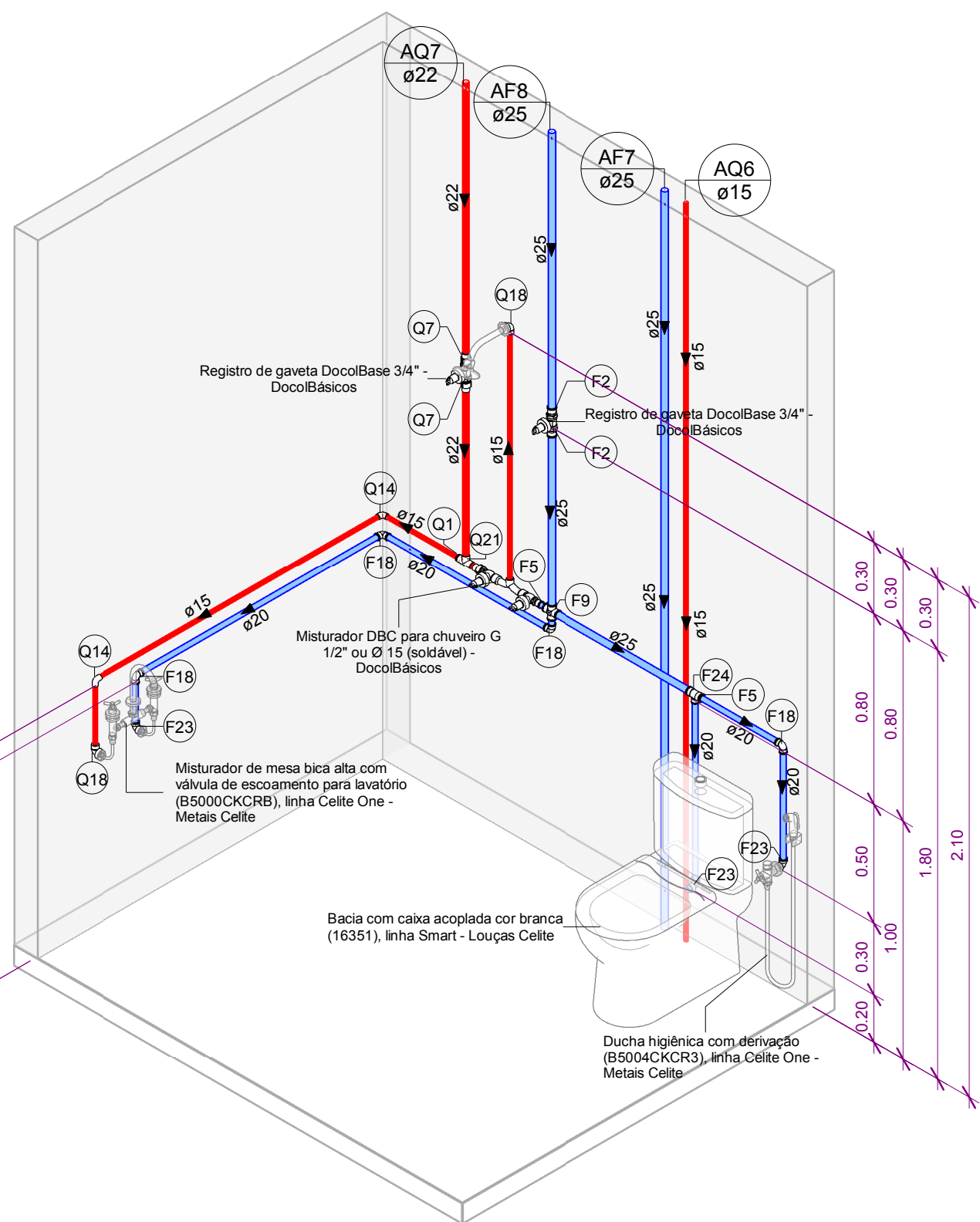
5 Isométrico - Varanda (1º Pav.)
1 : 20



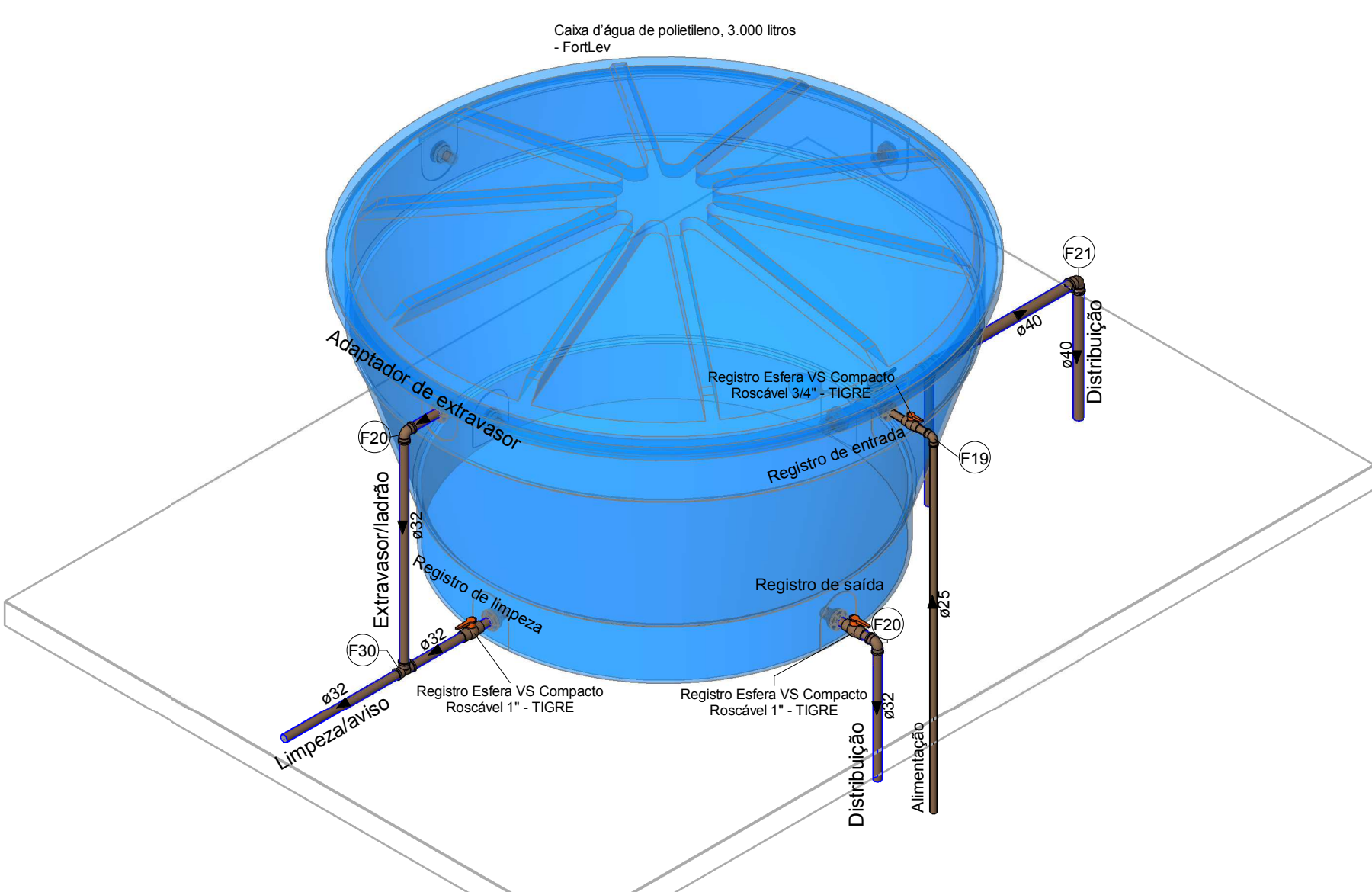
10 Isométrico - Banho Master (2º Pav.)
1 : 20



6 Isométrico - Vestiário (1º Pav.)
1 : 20



8 Isométrico - Banho 02 (2º Pav.)
1 : 20



4 Isométrico - Caixa d'água
1 : 20

Memorial de cálculo do volume do reservatório de água potável:

1- Consumo diário em um mercado:
Residência Unifamiliar – (150 Litros/Dia x Pessoa)
e 2 pessoas por dormitório;
Consumo diário = 150 x 4 x 2 = 1.200 Litros/Dia.

2- Consumo para dois dias:
Total = 1.200 x 2 = 2.400 Litros.

3- Reservatório escolhido:
Caixa d'água de polietileno, 3.000 litros - FortLev

Classificação do hidrômetro:

1- Volume total do reservatório (consumo em um mês):
Capacidade do reservatório (consumo em dois dias) = 3.000 Litros
Consumo em um mês = 3.000 x 15 = 45.000 Litros = 45 m³

2- Hidrômetro para a ligação:
Limite superior de consumo = 90 m³/mês
Limite inferior de consumo = 0 m³/mês
Vazão nominal (Qn) = 0,75 m³/h
Designação = Y

Cálculo do volume do reservatório de água quente:

Consumo de água quente em uma residência = 45 L/pessoa*dia
Número de pessoas na residência = 8 pessoas
Banheira = 100 L/aparelho
Pia de cozinha = 20 L/pessoa*dia*aparelho
Consumo diário = (8 x 45) + 100 + (20*3*8) = 940 Litros

Para o cálculo do volume de água quente foi utilizada a fórmula:

VAQ * TAQ + VAF * TAF = VMIST * TMIST

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 MORN

VMIST = É O VOLUME/VAZÃO DE ÁGUA MORN

UTILIZADA (CONSUMO DIÁRIO)

Considerando:
TAQ = 70 °C
VAQ = ?
TAF = 15 °C
VAF = VMIST - VAQ
TMIST = 43 °C
VMIST = CONSUMO DIÁRIO A 43 °C = 940 Litros

Temos:

VAQ = 479 Litros

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:

Volume no horário de pico:

Vpico = 0,60 x 479 = 287,4 Litros

Vazão no horário de pico:

Q = 287,4 L /4 horas = 71,85 L/h ou 0,02 L/s

O volume armazenado deve ser de 1/4 maior que o volume consumido no horário de pico uma vez que à medida que a água quente é consumida a água fria entra no reservatório resfriando a água já aquecida, portanto o reservatório deve ter uma capacidade maior que o consumo da hora de pico.

Portanto:

Volume do boiler > 1,25 x 287,4 Litros

Volume do boiler > 359,25 Litros

Boiler escolhido:

Boiler de 400 Litros (Volume comercial)

Registros e Válvulas				
Quantidade	Descrição	Dímetro	Fabricante	
4	Bocal p/ Calha de Piso Normal DN 200 c/ Saída Inferior - TIGRE	100.00 mmø	© Tigre S/A	
6	Cabeceira p/ Calha de Piso Normal DN 200 c/ Saída Opcional - TIGRE	100.00 mmø	© Tigre S/A	
3	Calha de Piso Normal DN 200 - TIGRE		© Tigre S/A	
1	Filtro Para Piscina Dancor Dfr-12 Até 30.000 Litros De Água	40.00 mmø-40.00 mmø-40.00 mmø	Dancor	
1	Hidrômetro Cavalete	25.00 mmø-25.00 mmø		
7	Misturador DBC para chuveiro G 1/2" ou Ø 15 (soldável) - DocolBásicos	20.00 mmø-20.00 mmø-15.00 mmø	Docol	
1	Misturador DBC para chuveiro G 3/4" ou Ø 22 (soldável) - DocolBásicos	25.00 mmø-25.00 mmø-22.00 mmø	Docol	
1	Registro de gaveta ABNT 1 1/4" - DocolBásicos	40.00 mmø-40.00 mmø	Docol	
1	Registro de gaveta ABNT 1/2" - DocolBásicos	20.00 mmø-20.00 mmø	Docol	
1	Registro de gaveta ABNT 3/4" - DocolBásicos	25.00 mmø-25.00 mmø	Docol	
2	Registro de gaveta DocolBase 1 1/4" - DocolBásicos	40.00 mmø-40.00 mmø	Docol	
2	Registro de gaveta DocolBase 1" - DocolBásicos	32.00 mmø-32.00 mmø	Docol	
3	Registro de gaveta DocolBase 1/2" - DocolBásicos	20.00 mmø-20.00 mmø	Docol	
11	Registro de gaveta DocolBase 3/4" - DocolBásicos	25.00 mmø-25.00 mmø	Docol	
2	Registro Esfera VS Compacto Roscável 1" - TIGRE	32.00 mmø-32.00 mmø	© Tigre S/A	
4	Registro Esfera VS Compacto Roscável 1.1/2" - TIGRE	50.00 mmø-50.00 mmø	© Tigre S/A	
3	Registro Esfera VS Compacto Roscável 1.1/4" - TIGRE	40.00 mmø-40.00 mmø	© Tigre S/A	
3	Registro Esfera VS Compacto Roscável 1/2" - TIGRE	20.00 mmø-20.00 mmø	© Tigre S/A	
2	Registro Esfera VS Compacto Roscável 3/4" - TIGRE	25.00 mmø-25.00 mmø	© Tigre S/A	
1	Válvula de retenção vertical 3/4" - DocolBásicos	25.00 mmø-25.00 mmø	Docol	

Conexões para Água Fria			
Quantidade	Descrição	Linha	Código
8	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 20 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F1
18	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 25 x 3/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F2
2	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 32 x 1", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F3
1	Adaptador Soldável Curto com Bolsa e Rosca para Registro 40 x 1.1/4", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F4
19	Bucha de Redução Soldável Curta 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F5
10	Bucha de Redução Soldável Curta 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F6
2	Bucha de Redução Soldável Curta 40x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F7
2	Bucha de Redução Soldável Curta 250x40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F8
1	Cruzeta Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F9
1	Cruzeta Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F10
1	Curva de Transposição Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F11
2	Curva de Transposição Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F12
1	Curva de Transposição Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F13
12	Joelho 45º Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F14
3	Joelho 45º Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F15
5	Joelho 45º Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F16
2	Joelho 45º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F17
28	Joelho 90º Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F18
31	Joelho 90º Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F19
13	Joelho 90º Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F20
11	Joelho 90º Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F21
11	Joelho 90º Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F22
24	Joelho 90º Soldável com Bucha de Latão 20 x 1/2", PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F23
12	Tê de Redução Soldável 25x20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F24
2	Tê de Redução Soldável 32x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F25
2	Tê de Redução Soldável 40x25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	26
1	Tê de Redução Soldável 40x32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F27
3	Tê Soldável 20mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F28
6	Tê Soldável 25mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F29
1	Tê Soldável 32mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F30
1	Tê Soldável 40mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F31
2	Tê Soldável 50mm, PVC Marrom, Água Fria - TIGRE	Soldável	F32

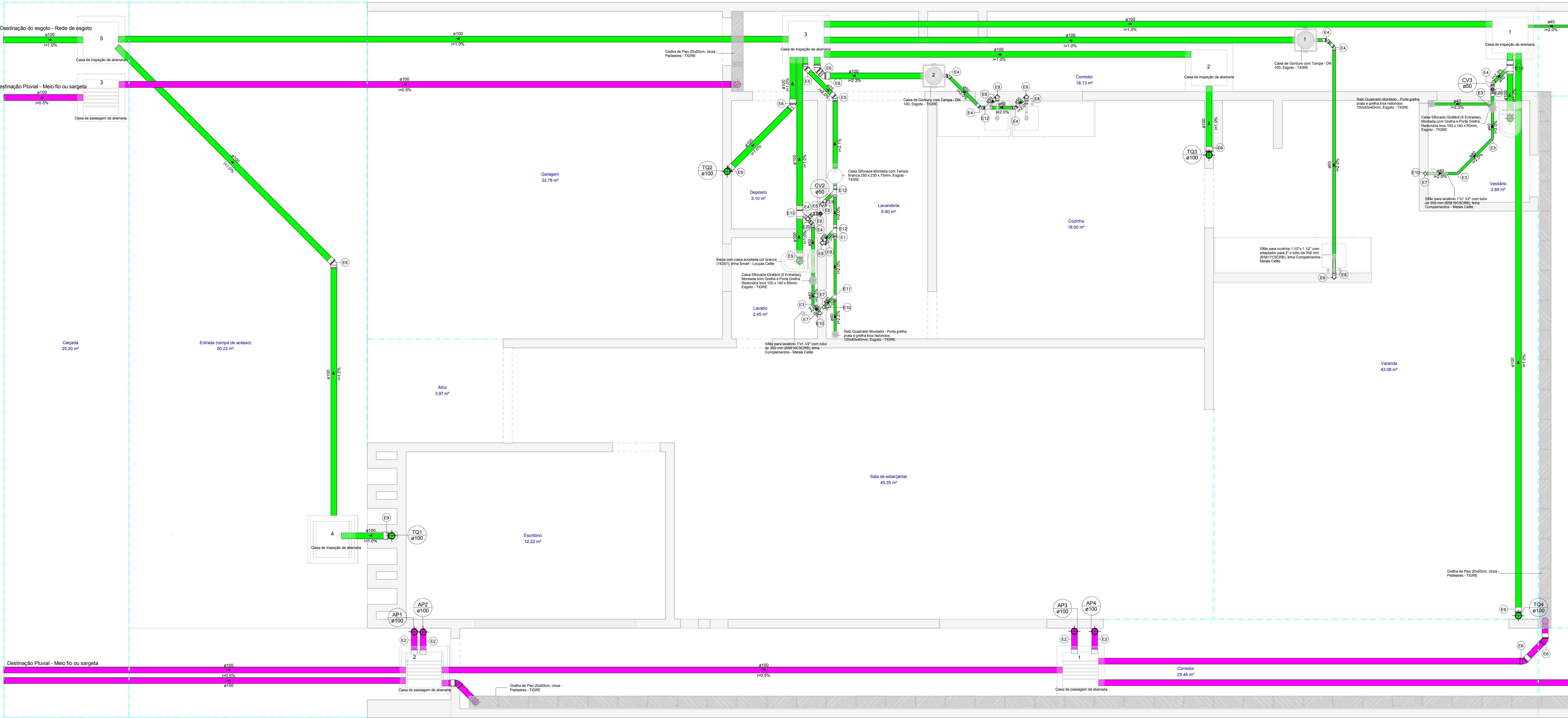
Tipos de sistema

- Alimentação - Água fria
- Água fria doméstica
- Pluvial
- Água quente doméstica
- Retorno hidrônico
- Sanitário
- Ventilação

Conexões para Água Quente				
Quantidade	Descrição	Linha	Código	
5	Bucha de Redução Aquatherm® 22x15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q1	
1	Bucha de Redução Aquatherm® 28x15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q2	
4	Bucha de Redução Aquatherm® 28x22mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q3	
2	Bucha de Redução Aquatherm® 35x28mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q4	
10	Conector Aquatherm® 15 x 1/2", CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q5	
3	Conector Aquatherm® 22 x 1/2", CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q6	
9	Conector Aquatherm® 22 x 3/4", CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q7	
2	Conector Aquatherm® 28 x 1", CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q9	
6	Conector Aquatherm® 35 x 1.1/4", CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q10	
1	Curva de Transposição Aquatherm® 15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q11	
1	Joelho 45º Aquatherm® 15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q12	
2	Joelho 45º Aquatherm® 22mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q13	
25	Joelho 90º Aquatherm® 15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q14	
15	Joelho 90º Aquatherm® 22mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q15	
6	Joelho 90º Aquatherm® 28mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q16	
13	Joelho 90º Aquatherm® 35mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q17	
12	Joelho 90º de Transição Aquatherm® 15x1/2, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q18	
1	Joelho 90º de Transição Aquatherm® 22x3/4, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q19	
1	Tê Aquatherm® 15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q20	
2	Tê Aquatherm® 22mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q21	
2	Tê Aquatherm® 25mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q22	
3	Tê Aquatherm® 35mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q23	
4	Tê de Redução Aquatherm® 22x15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q24	
1	Tê de Redução Aquatherm® 28x15mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q25	
1	Tê de Redução Aquatherm® 28x22mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q25	
2	Tê de Redução Aquatherm® 35x22mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q26	
1	Tê de Redução Aquatherm® 35x28mm, CPVC, Água Quente - TIGRE	Aquatherm	Q27	

DIAE:		OBSERVAÇÕES:	
CREA:		1 - A REDE DE ÁGUA PLUVIAIS NÃO DEVE SER LIGADA À REDE DE ESGOTO (E-VE VERMELHA) 2 - A LIGAÇÃO DO RAMAL PREDIAL (ESGOTO E ÁGUA FRIA) DEVE SER FEITA EXCLUSIVAMENTE PELA CONCESSIONÁRIA LOCAL. 3 - A DECLIVIDADE MÍNIMA PARA AS REDES DE ESGOTO COM DIÂMETRO DE 40, 50 E 75 MM, DEVE SER DE 2% E PARA 100 MM, DEVE SER DE 1%. 4 - O LÍMITE DE ACESSO AO HIDRÔMETRO, PELA CONCESSIONÁRIA, DEVE SEMPRE SER RESPEITADO. 5 - OS EXCESSOS DE ÁGUA PLUVIAL SERÃO ABSORVIDOS NATURALMENTE PELO TERRENO E/OU PELA SARJETADA.	
TIPO DE PROJETO:		PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR - PRODUZIDO PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO NA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA	
PROPRIETÁRIO:		ÁREAS:	
ENDEREÇO:		Terreno - 360,00m² Pav. Térreo - 183,63m² Pav. Superior - 153,61m² Total construído - 337,24m²	
ASSINATURAS:		TAXA DE OCUPAÇÃO: 53,50%	
PROPRIETÁRIO:		ÁREA PERMEÁVEL: 79,84m² - 22,17%	
AUTOR/RT:		PADRÃO CONFORME NBR 12.721/06	
Matrícula: 11411ECV036		R1 - A	
DATA:		10/12/2018	
ESCALA:		1:20	
Conteúdo:		Nº DA PRANCHA	
As folhas do projeto apresentam: Plantas baixas de esgoto e pluvial; Cobertura com detalhes da instalação pluvial, de água fria, água quente e reservatório; Detalhamento das calhas de inspeção, gorizeta e de passagem; Tabelas de quantitativo, isométricos de água fria e água quente; Memoriais de cálculo		DESENHISTA:	
		Matheus Alves Dariva	
		Tel. (34) 9 9144-9730	

APÊNDICE B – FOLHA 02 DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO DO CASO 02



1 Planta Baixa - Esgoto e Pluvial (1° Pav.)
1 : 25

Tabela de elementos de inspeção			
Quantidade	Descrição	Sistema	Imagem
2	Caixa de Gordura com Tampa - DN 100, Esgoto - TIGRE	Esgoto	
5	Caixa de inspeção de alvenaria	Esgoto	
3	Caixa de passagem de alvenaria	Pluvial	
5	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Porta Grelha Redondos Inox 100 x 140 x 50mm, Esgoto - TIGRE	Esgoto	
1	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Porta Grelha Redondos Inox 150 x 170 x 75mm, Esgoto - TIGRE	Esgoto	
1	Caixa Sifonada Montada com Tampa Branca 250 x 230 x 75mm, Esgoto - TIGRE	Esgoto	

Caixas e Ralos			
Quantidade	Sistema	Descrição	
5	Esgoto	Antiespuma 100 mm, Esgoto - TIGRE	
1	Esgoto	Antiespuma 150 mm, Esgoto - TIGRE	
2	Esgoto	Caixa de Gordura com Tampa - DN 100, Esgoto - TIGRE	
5	Esgoto	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Porta Grelha Redondos Inox 100 x 140 x 50mm, Esgoto - TIGRE	
1	Esgoto	Caixa Sifonada Girafácil (5 Entradas), Montada com Grelha e Porta Grelha Redondos Inox 150 x 170 x 75mm, Esgoto - TIGRE	
1	Esgoto	Caixa Sifonada Montada com Tampa Branca 250 x 230 x 75mm, Esgoto - TIGRE	
71	Drenagem Predial	Grelha de Piso 20x50cm, cinza - Pedestres - TIGRE	
5	Esgoto	Porta Grelha Quadrado p/ Grelha Quadrada Branca 100mm, Esgoto - TIGRE	
2	Esgoto	Prolongador sem entrada DN300, Esgoto - TIGRE	
10	Esgoto	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 100 x 100mm, Esgoto - TIGRE	
1	Esgoto	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 150 x 200mm, Esgoto - TIGRE	
1	Esgoto	Prolongamento p/ Caixa Sifonada 250 x 200mm, Esgoto - TIGRE	
5	Esgoto	Ralo Quadrado Montado - Porta grelha prata e grelha inox redondos 100x53x40mm, Esgoto - TIGRE	

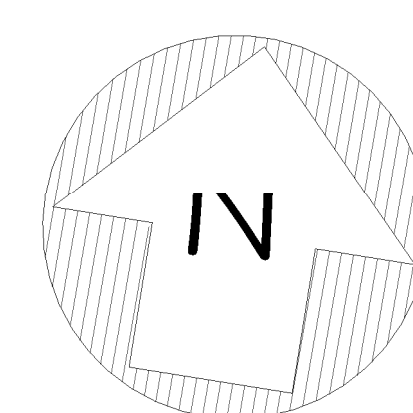
Conexões para Esgoto e Pluvial				
Quantidade	Sistema	Descrição	Linha	Código
1	Esgoto	Bucha de Redução Longa 50x40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E1
4	Esgoto	Curva 90° Longa 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E2
16	Esgoto	Joelho 45° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E3
13	Esgoto	Joelho 45° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E4
3	Esgoto	Joelho 45° 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E5
10	Esgoto	Joelho 45° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E6
10	Esgoto	Joelho 90° 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E7
14	Esgoto	Joelho 90° 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E8
26	Esgoto	Joelho 90° 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E9
9	Esgoto	Joelho 90° com Anel 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E10
3	Esgoto	Junção Simples 40 x 40mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E11
3	Esgoto	Junção Simples 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E12
6	Esgoto	Junção Simples 100 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E13
1	Esgoto	Junção Simples 100 x 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E14
1	Esgoto	Junção Simples 100 x 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E15
35	Esgoto	Luva Simples 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E16
3	Esgoto	Luva Simples 75mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E17
49	Esgoto	Luva Simples 100mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E18
1	Esgoto	Redução Excêntrica 100x50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E19
4	Esgoto	Tê 50 x 50mm, Esgoto Série Normal - TIGRE	Série Normal	E20

Tipos de sistema

- Alimentação - Água fria
- Água fria doméstica
- Pluvial
- Água quente doméstica
- Retorno hidrônico
- Sanitário
- Ventilação

DMAE:	
CREA:	
OBSERVAÇÕES: 1 - A REDE DE ÁGUA PLUVIAL NÃO DEVE SER LIGADA À REDE DE ESGOTO (E VICE-VERSA). 2 - A LIGAÇÃO DO RAMAL PREDIAL (ESGOTO E ÁGUA FRIA) DEVE SER FEITA EXCLUSIVAMENTE PELA CONCESSIONÁRIA LOCAL. 3 - A DECLIVIDADE MÍNIMA PARA AS REDES DE ESGOTO COM DIÂMETRO DE 40, 50 E 75 MM DEVE SER DE 2% E PARA 100 MM DEVE SER DE 1%. 4 - O LIVRE ACESSO AO HIDRÔMETRO, PELA CONCESSIONÁRIA DEVE SEMPRE SER RESPEITADO. 5 - OS EXCESSOS DE ÁGUA PLUVIAL SERÃO ABSORVIDOS NATURALMENTE PELO TERRENO E/OU PELA SARJETÁ.	
TIPO DE PROJETO: PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO NA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA	
PROPRIETÁRIO:	ÁREAS: Terreno - 360,00m² Pav. Térreo - 183,63m² Pav. Superior - 153,61m² Total construído - 337,24m²
ENDEREÇO:	
ASSINATURAS:	
PROPRIETÁRIO:	TAXA DE OCUPAÇÃO: 53,50% ÁREA PERMEÁVEL: 79,84m² - 22,17%
AUTOR/RT: Matheus Alves Dariva Matrícula: 11411ECV036	PADRÃO CONFORME NBR 12.721/06 R1 - A DATA: 10/12/2018 ESCALA: Indicada DESENHISTA: Matheus Alves Dariva Tel.: (34) 9 9144-9730
Conteúdo: As folhas do projeto apresentam: Plantas baixas de esgoto e pluvial; Cobertura com detalhes da instalação pluvial, de água fria, água quente e reservatório; Detalhamento das caixas de inspeção, gordura e de passagem; Tabelas de quantitativo, isométricos de água fria e água quente; Memoriais de cálculo	Nº DA PRANCHA: 02/05

APÊNDICE C – FOLHA 03 DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO DO CASO 02

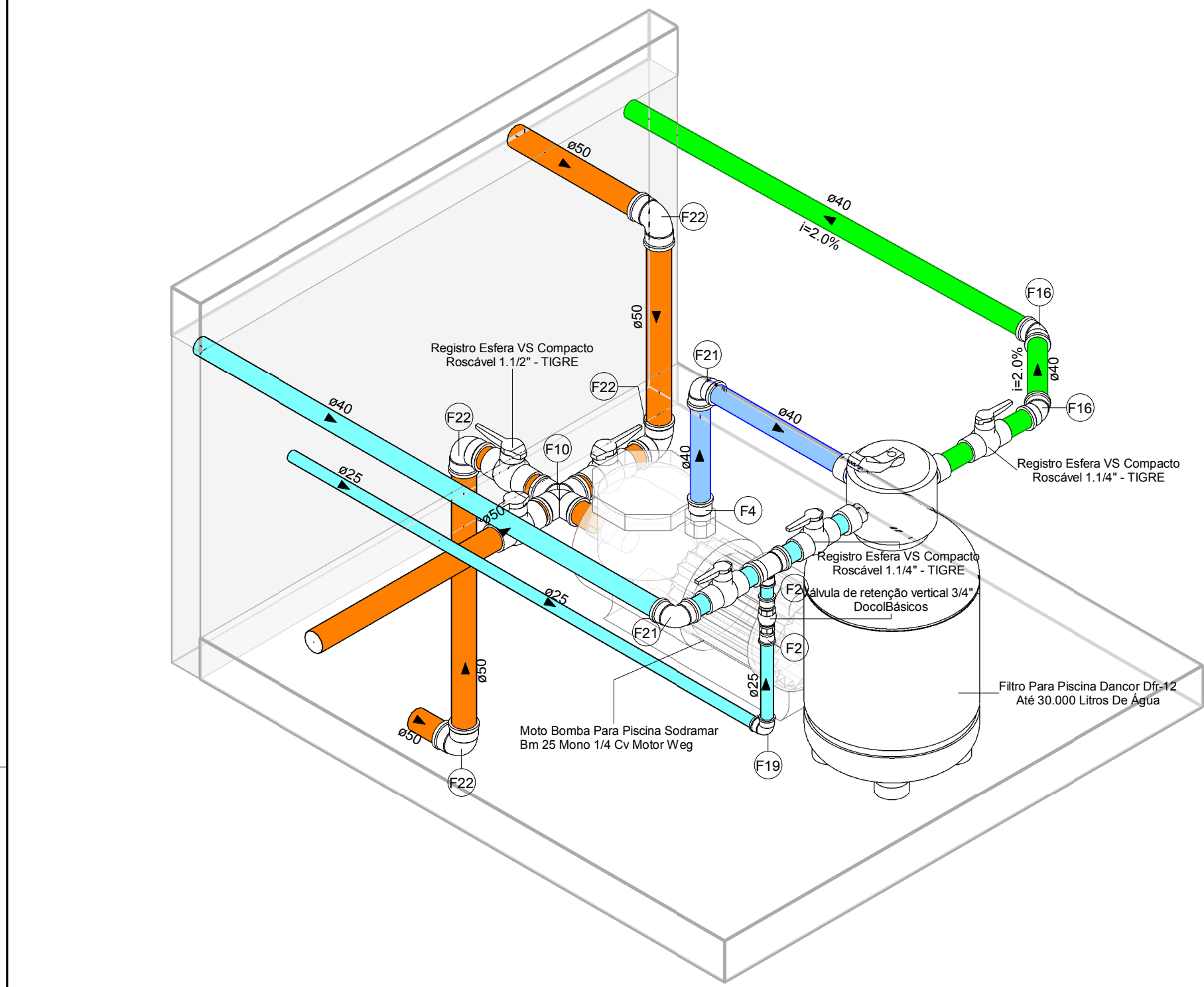


15	36
----	----

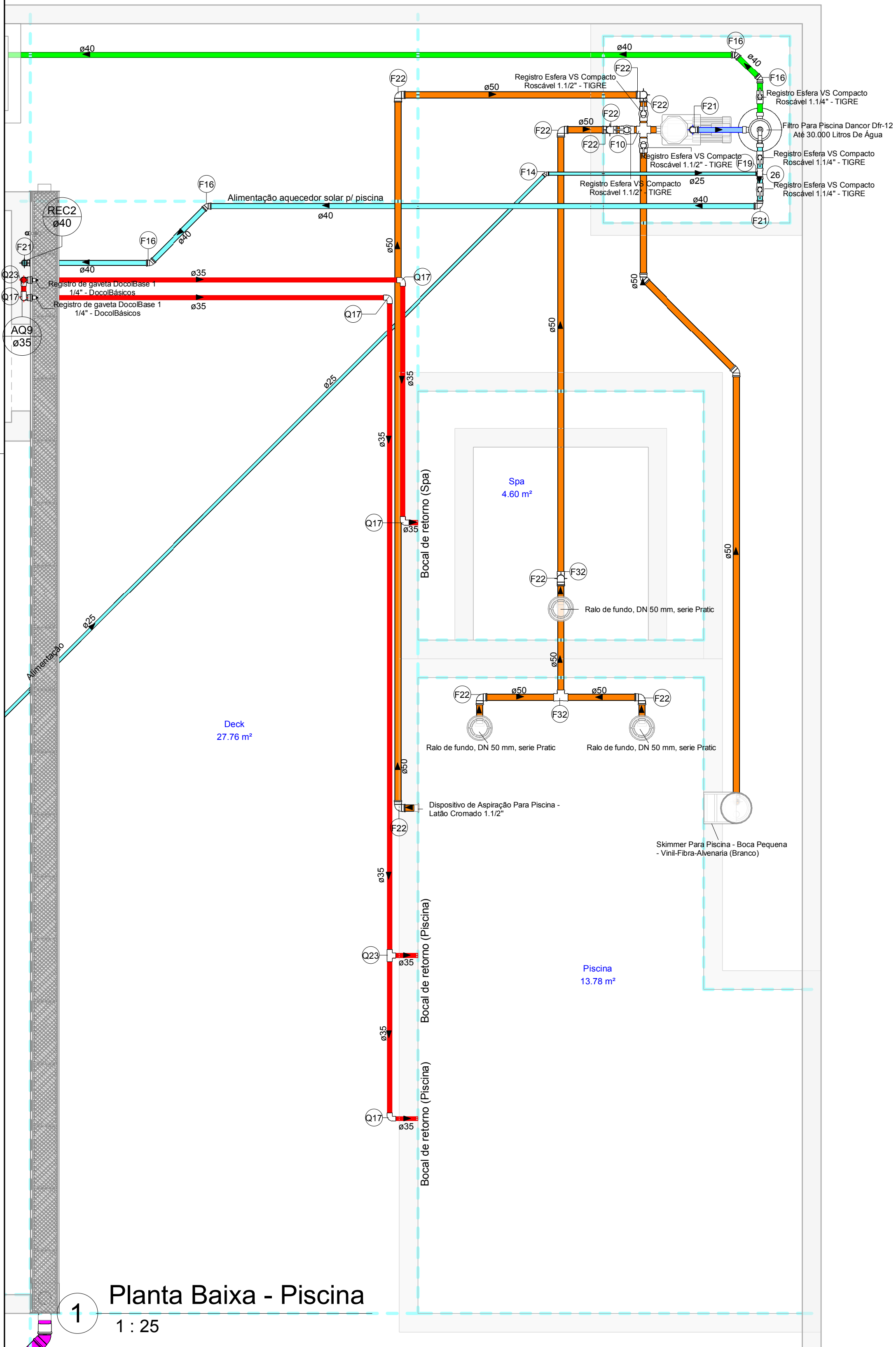
Tubos Rígidos		
Comprimento	Descrição	Diâmetro
Tubo Aquatherm		
37.12	Tubo Aquatherm	15,00 mm
37.65	Tubo Aquatherm	22,00 mm
19.41	Tubo Aquatherm	28,00 mm
45.96	Tubo Aquatherm	35,00 mm
Tubo Soldável Marrom		
32.05	Tubo Soldável Marrom	20,00 mm
122.10	Tubo Soldável Marrom	25,00 mm
35.45	Tubo Soldável Marrom	32,00 mm
45.06	Tubo Soldável Marrom	40,00 mm
21.93	Tubo Soldável Marrom	50,00 mm
Tubo Série Normal		
26.55	Tubo Série Normal	40,00 mm
47.61	Tubo Série Normal	50,00 mm
2.36	Tubo Série Normal	75,00 mm
193.96	Tubo Série Normal	100,00 mm

DMAE:			
CREA:		OBSERVAÇÕES:	
		1 - A REDE DE ÁGUA PLUVIAL NÃO DEVE SER LIGADA A REDE DE ESGOTO (E VICE-VERSA) 2 - A LIGAÇÃO DO RAMAL PREDIAL (ESGOTO E ÁGUA FRIA) DEVE SER FEITA EXCLUSIVAMENTE PELA CONCESSIONÁRIA LOCAL 3 - A DECLIVIDADE MÍNIMA PARA AS REDES DE ESGOTO COM DIÂMETRO DE 40, 50 E 75 MM, DEVE SER DE 2% E PARA 100 MM, DEVE SER DE 1% 4 - O LIVRE ACESSO AO HIDRÔMETRO, PELA CONCESSIONÁRIA DEVE SEMPRE SER RESPEITADO 5 - OS EXCESSOS DE ÁGUA PLUVIAL, SERÃO ABSORVIDOS NATURALMENTE PELO TERRENO E/OU PELA SARJETEA.	
TIPO DE PROJETO:			
PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR - PRODUZIDO PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO NA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA			
PROPRIETÁRIO:		ÁREAS:	
ENDEREÇO:		Terreno - 360,00m²	
		Pav. Térreo - 183,63m²	
		Pav. Superior - 153,61m²	
		Total construído - 337,24m²	
ASSINATURAS:		TAXA DE OCUPAÇÃO:	
PROPRIETÁRIO:		53,50%	
		ÁREA PERMEÁVEL:	
		79,84m² - 22,17%	
AUTORITR:		PADRÃO CONFORME NBR 12.721/06	
Matheus Alves Dariva		R1 - A	
Matrícula: 11411ECV036		DATA:	ESCALA:
		10/12/2018	Indicada
Conteúdo:		Nº DA PRANCHA	
As folhas do projeto apresentam: Plantas baixas de esgoto e pluvial; Cobertura com detalhes da instalação pluvial, de água fria, água quente e reservatório; Detalhamento das caixas de inspeção, gorizeta e de passagem; Tabelas de quantitativo; Isométricos de água fria e água quente; Memórias de cálculo		DESENHISTA:	
		Matheus Alves Dariva	
		Tel.: (34) 9 9144-9730	
		03/05	

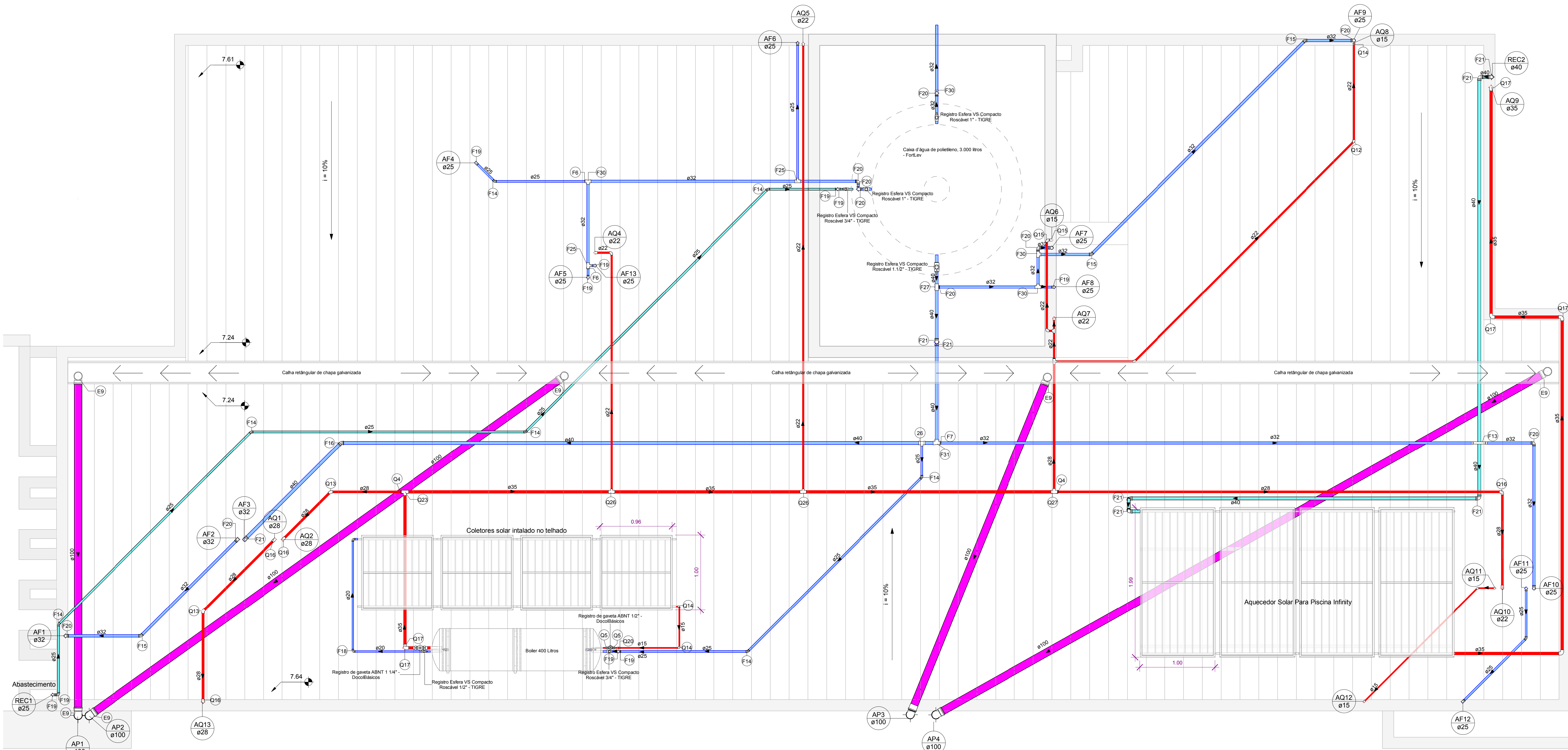
APÊNDICE D – FOLHA 04 DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO DO CASO 02



3 Isométrico - Casa de maquinas
1 : 10

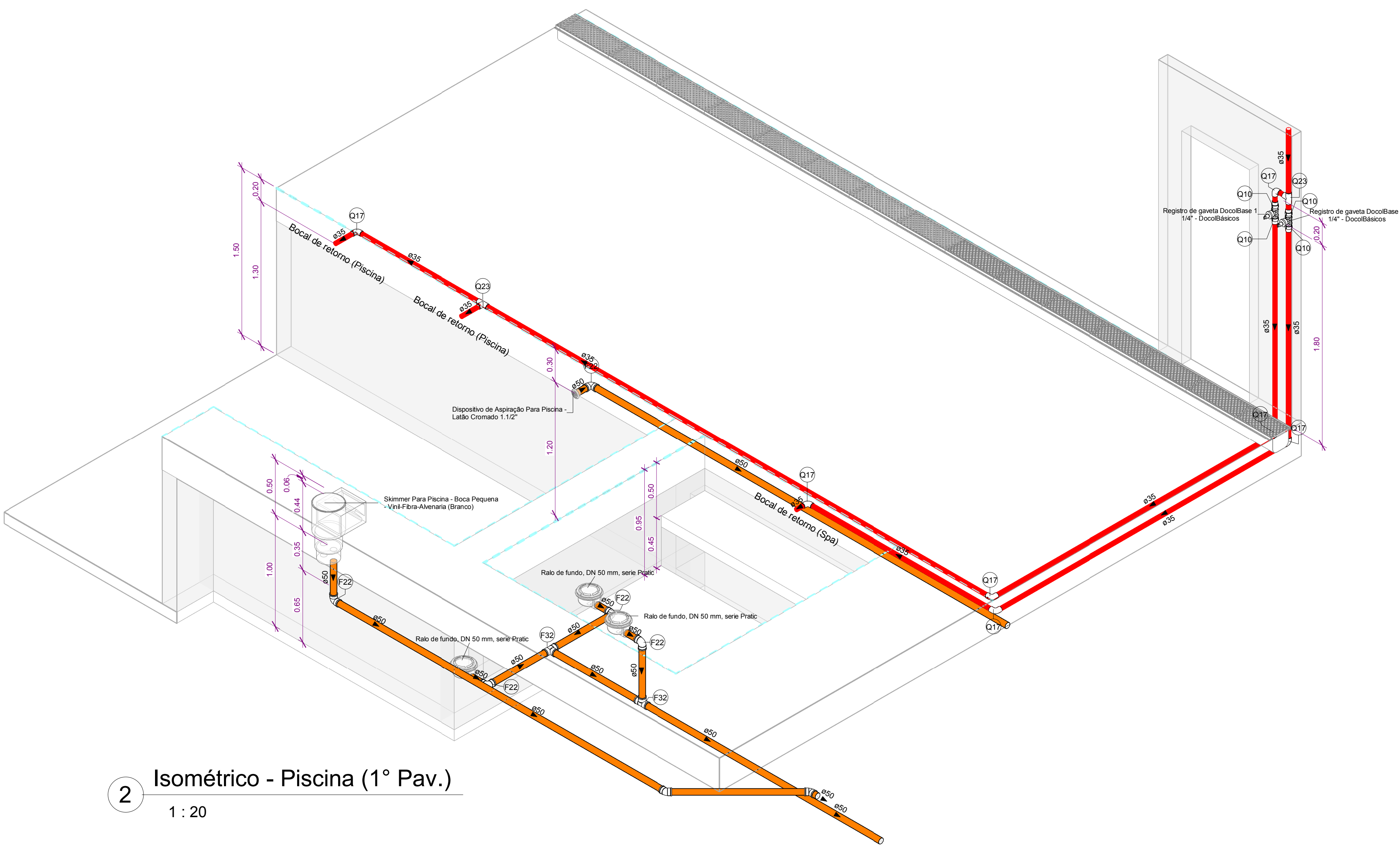


1 Planta Baixa - Piscina
1 : 25



4 Cobertura - Barriletes
1 : 25

Dados da calha				
Descrição	Altura (mm)	Largura (mm)	Comprimento (m)	Fabricante
Calha retangular de chapa galvanizada	100	260	19.85	CalhaForte (Calhas sob encomenda)



2 Isométrico - Piscina (1º Pav.)
1 : 20

Dados Técnicos Filtro:

Modelo: FM 30
Para Piscinas de até 43 M³ (8 Horas)
Vazão: 5,34 M³/H
Tubulação de sucção (entrada): 50 mm (1 1/2")
Tubulação de recalque (saída): 50 mm (1 1/2")
Peso: 26 Kg
Carga de Areia: 25 Kg (Não Incluso)
Marca: Sodramar (Série Millenium)

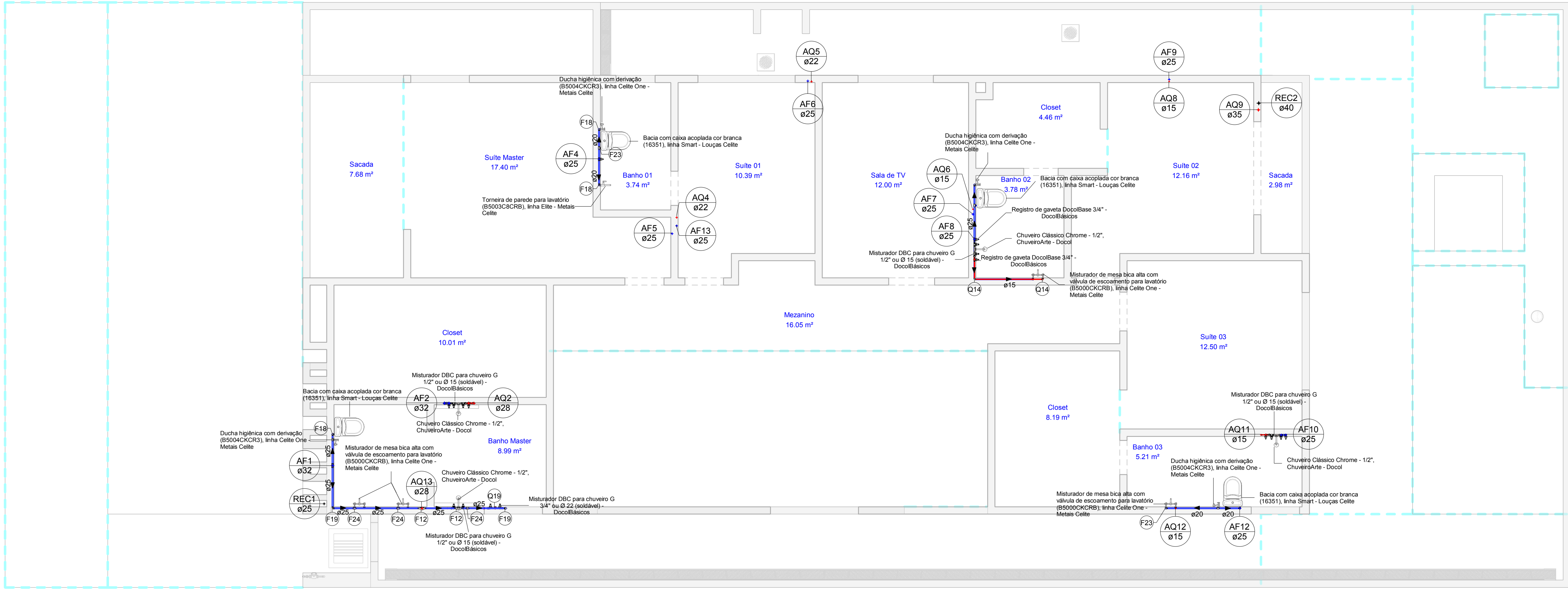
Dados Técnicos da bomba para a piscina:
Modelo: Bm 25 Mono
Motor: Weg
Potência: 1/4 Cv
Vazão: 2,5 M³/H
Voltagem: Bi Volt 110/220 Volts, De Acordo Com A Escolha Do Cliente.
Filtro Compatível: Fm 25 Ou Fm 30
Classificação Procel / Inmetro: C.
Utilização: Piscinas, Hidromassagens E Cascatas.
Auto Escorvante: Sim (Pode Trabalhar Até 1 Metro Acima Do Nível Da Água)
Pode Ser Utilizada Em Regiões Litorâneas: Sim.
Tubulação De Sucção (Entrada): 50 Mm (1 1/2)
Tubulação De Recalque (Saída): 50 Mm (1 1/2)
Peso: 11,12 Kg
Marca: Sodramar (Série Millenium)

Tipos de sistema

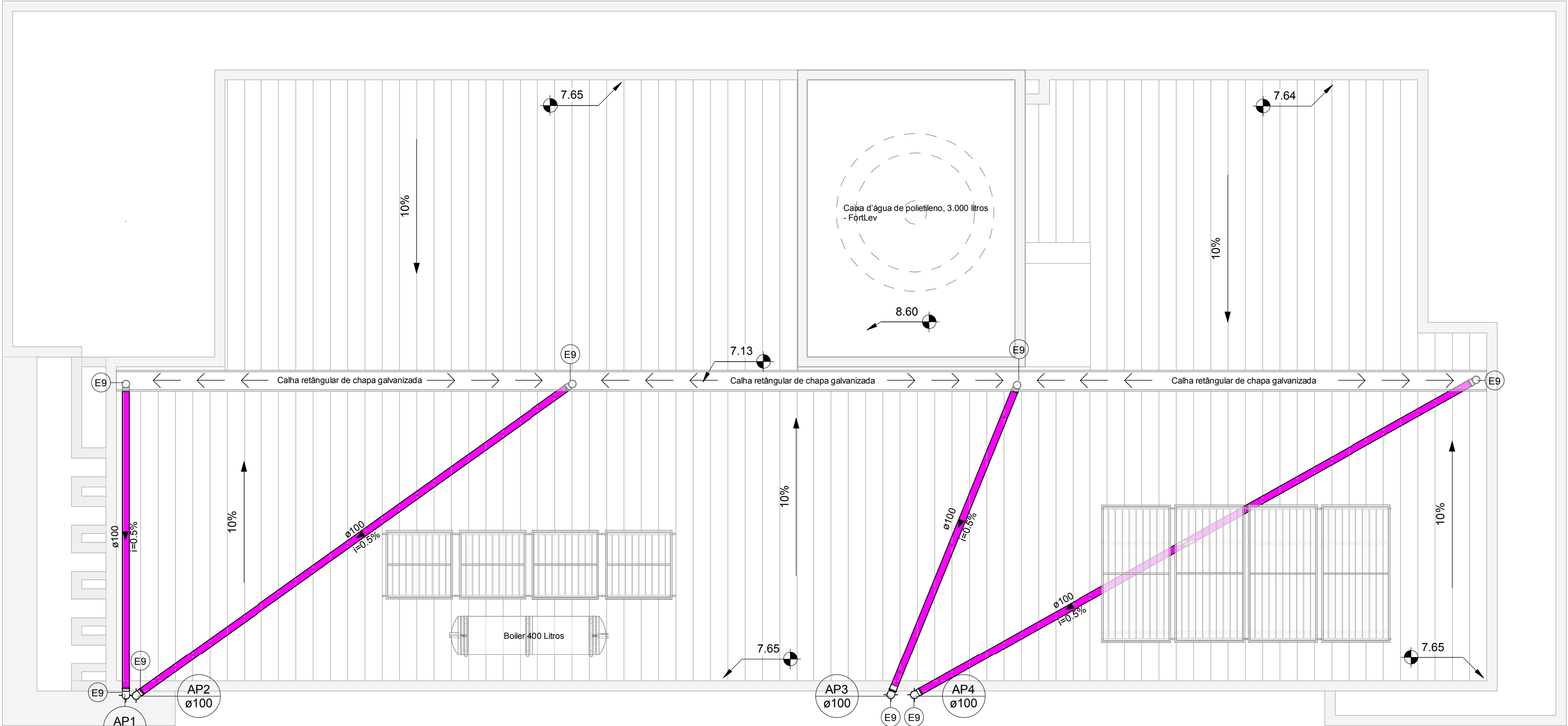
- Alimentação - Água fria
- Água fria doméstica
- Pluvial
- Água quente doméstica
- Retorno hidráulico
- Sanitário
- Ventilação

DMAE:		
CREA:	OBSERVAÇÕES: 1 - A REDE DE ÁGUA PLUVIAIS NÃO DEVEM SER LIGADAS À REDE DE ESGOTO (E VICE-VERSA). 2 - A LIGAÇÃO DO RAMAL PREDIAL (ESGOTO E ÁGUA FRIA) DEVE SER FEITA EXCLUSIVAMENTE PELA CONCESSIONÁRIA LOCAL. 3 - A DECLIVIDADE MÍNIMA PARA AS REDES DE ESGOTO COM DIÂMETRO DE 40, 50 E 75 MM DEVE SER DE 2% E PARA 100 MM DEVE SER DE 1%. 4 - O LIVRE ACESSO AO HIERÔMETRO, PELA CONCESSIONÁRIA DEVE SEMPRE SER RESPEITADO. 5 - OS EXCESSOS DE ÁGUA PLUVIAL SERÃO ABSORVIDOS NATURALMENTE PELO TERRENO E/OU PELA SARJETÁ.	
TIPO DE PROJETO:	PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR - PRODUZIDO PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO NA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA	
PROPRIETÁRIO:	ÁREAS: Terreno - 360,00m² Pav. Térreo - 183,63m² Pav. Superior - 153,61m² Total construído - 337,24m²	
ENDEREÇO:		
ASSINATURAS:		
PROPRIETÁRIO:	TAXA DE OCUPAÇÃO: 53,50% ÁREA PERMEÁVEL: 79,84m² - 22,17% PÁRÃO CONFORME NBR 12.721/06 R1 - A	
AUTOR/RT:	MATHEUS ALVES DARIVA Matricula: 11411ECV036	
DATA:	10/12/2018	ESCALA: Indicada
DESENHISTA:	MATHEUS ALVES DARIVA Tel.: (34) 9 9144-9730	

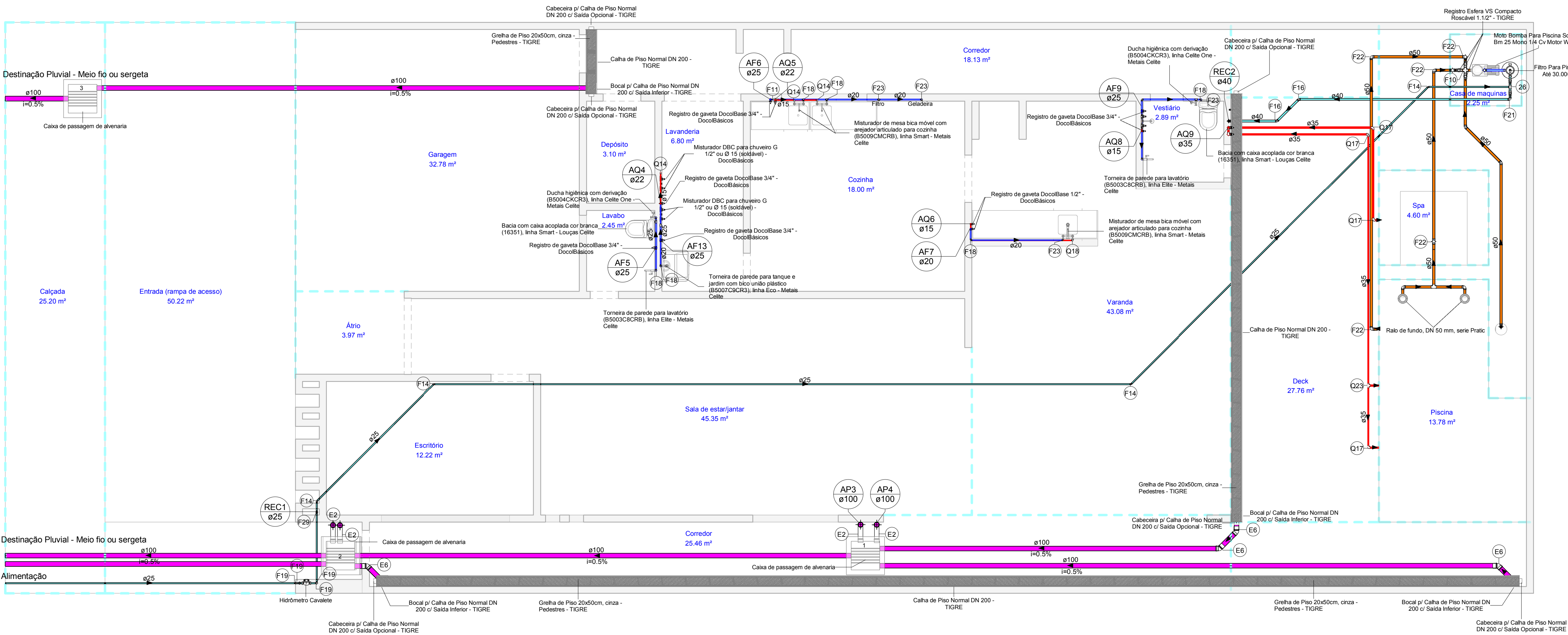
APÊNDICE E – FOLHA 05 DO PROJETO HIDROSSANITÁRIO DO CASO 02



1 Planta Baixa - Água Fria e Água Quente (2º Pav)
1 : 50



3 Cobertura - Pluvial
1 : 50



2 Planta baixa - Água Fria, Água Quente e Pluvial (1º Pav.)
1 : 50

Tipos de sistema

- Alimentação - Água fria
- Água fria doméstica
- Pluvial
- Água quente doméstica
- Retorno hidráulico
- Sanitário
- Ventilação

DMAE:	
CREA:	OBSERVAÇÕES: 1 - A REDE DE ÁGUA PLUVIAIS NÃO DEVEM SER LIGADAS À REDE DE ESGOTO (E VICE-VERSA). 2 - A LIGADAÇÃO DO RAMAL PREDIAL (ESGOTO E ÁGUA FRIA) DEVE SER FEITA EXCLUSIVAMENTE PELA CONCESSIONÁRIA LOCAL. 3 - A DECLIVIDADE MÍNIMA PARA AS REDES DE ESGOTO COM DIÂMETRO DE 40, 50 E 75 MM, DEVE SER DE 2% E PARA 100 MM, DEVE SER DE 1%. 4 - O LIVRE ACESSO AO HIDRÔMETRO, PELA CONCESSIONÁRIA, DEVE SEMPRE SER RESPEITADO. 5 - OS EXCESSOS DE ÁGUA PLUVIAL SERÃO ABSORVIDOS NATURALMENTE PELO TERRENO E/OU PELA SARUETA.
TIPO DE PROJETO: PROJETO HIDROSSANITÁRIO DE RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR - PRODUZIDO PARA TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO NA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA	
PROPRIETÁRIO:	ÁREAS: Terreno - 360,00m² Pav. Térreo - 183,63m² Pav. Superior - 153,61m² Total construído - 337,24m²
ENDEREÇO:	
ASSINATURAS:	
PROPRIETÁRIO:	TAXA DE OCUPAÇÃO: 53,50% ÁREA PERMEÁVEL: 79,84m² - 22,17%
AUTOR/RT: Matheus Alves Dariva Matrícula: 11411ECV036	PADRÃO CONFORME NBR 12.721/06 R1 - A DATA: 10/12/2018 ESCALA: Indicada
Conteúdo: As folhas do projeto apresentam: Plantas baixas de esgoto e pluvial; Cobertura com detalhes da instalação pluvial, de água fria, água quente e reservatório; Detalhamento das calhas de inspeção, gordura e de passagem; Tabelas de quantitativo; Isométricos de água fria e água quente; Memoriais de cálculo	Nº DA PRANCHA 05/05 DESENHISTA: Matheus Alves Dariva Tel.: (34) 9 9144-9730