

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

KARLOS HENRIQUE SEVERINO PEREIRA SILVA

**METODOLOGIA BIM UTILIZANDO REVIT E TQS APLICADA
A RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

UBERLÂNDIA – MG
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL

KARLOS HENRIQUE SEVERINO PEREIRA SILVA

**METODOLOGIA BIM UTILIZANDO REVIT E TQS APLICADA
A RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado
a Universidade Federal de Uberlândia –
Faculdade de Engenharia Civil, como parte
dos requisitos exigidos para a obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a
orientação da Prof. Dr. Joseph Salem Barbar.

UBERLÂNDIA – MG

2024

KARLOS HENRIQUE SEVERINO PEREIRA SILVA

**METODOLOGIA BIM UTILIZANDO REVIT E TQS APLICADA
A RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal de Uberlândia – Faculdade de Engenharia Civil, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob a orientação da Prof. Dr. Joseph Salem Barbar.

BANCA EXAMINADORA

Prof.º Orientador Joseph Salem Barbar
Universidade Federal de Uberlândia

Prof.º Renner de Assis Garcia Sobrinho
Universidade Federal de Uberlândia

Prof.º Nassau de Nogueira Nardez
Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO

O Building Information Modeling (BIM) abrange um conjunto de técnicas e processos integrados que permite a criação e a utilização de modelos digitais de uma construção para diversos fins. O conhecimento compartilhado com a utilização do BIM proporciona o processo de desenvolvimento de projetos colaborativos, servindo às diferentes partes interessadas em todo ciclo de vida da construção. Este trabalho consiste na aplicação da metodologia BIM na modelagem de uma residência de alto padrão. Será utilizado o software de arquitetura e engenharia, Revit®, para a elaboração e modelagem dos projetos arquitetônico e hidrossanitário da edificação e o software TQS para elaboração do projeto estrutural. O trabalho contemplará, além da construção dos projetos, o detalhamento do projeto estrutural. Ao final deste estudo conclui-se que a metodologia BIM, aplicada em todas as etapas de projetos, seja na concepção, planejamento ou execução, garante agilidade nos processos, modelos mais inteligentes e resultados mais precisos.

Palavras-Chave: BIM; Building Information Modeling; **Modelagem 3D**; .

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Planta baixa do pavimento térreo.....	13
Figura 2 – Níveis residência.....	14
Figura 3 – Planta baixa do pavimento térreo.....	15
Figura 4 –Modelo 3d Residência.....	16
Figura 5 –Modelo 3d Residência.....	17
Figura 6 – Planta de Cargas.....	18
Figura 7 – Vista 3d da estrutura.....	19
Figura 8 –Pórtico 3d da estrutura.....	20
Figura 9 – Corte esquemático edificação.....	20
Figura 10 – Planta de Formas Térreo (Vigas Baldrame)	21
Figura 11 – Carga Vigas Pavimento Térreo.....	22
Figura 12 – Definição do tipo de laje.....	23
Figura 13 – Definição da carga de cobertura.....	23
Figura 14 – Definição de cruzamento das vigas e sentido das lajes.....	24
Figura 15 – Planta de Formas Reservatório e Boiler.....	24
Figura 16 – Laje Salas.....	25
Figura 17 – Dados Processamento.....	26
Figura 18 – Relação de erros TQS.....	26
Figura 19 – Tubulação água quente e água fria.....	27
Figura 20 – Vazões de projeto e peso relativo dos aparelhos hidrossanitários. 28	
Figura 21 – Instalação hidrossanitário de água quente.....	29
Figura 22 – UHC de aparelhos sanitários e diâmetro mínimo de ramais.....	30
Figura 23 – Diâmetros mínimos dos ramais de esgoto.....	31
Figura 24 – Diâmetros mínimos dos subcoletores e coletor predial.....	31
Figura 25 – Dimensionamento Sistema de Esgoto.....	32
Figura 26 – Detalhe modelagem da rede de esgoto e ventilação suíte 02.....	33
Figura 27 – Sistema de água pluvial.....	34
Figura 28 - Tubulação de água fria em pilar.....	34
Figura 29 – Incompatibilidade tubulação água pluvial.....	35
Figura 30 – Incompatibilidade caixas sifonadas.....	35

Figura 31 – Incompatibilidade com pilar.....	36
Figura 32 –Planta de cobertura.....	38
Figura 33 – Planta de locação.....	39
Figura 34 –Corte.....	40
Figura 35 – Planta de situação.....	40
Figura 36 – Planta de fundações.....	41
Figura 37 – Plantas de Formas.....	42
Figura 38 – Armação Pilar 1.....	42
Figura 39 – Armação viga 12 fundação.....	43
Figura 40 –Armação positiva reservatório.....	43
Figura 41 –Legenda projeto hidrossanitário.....	44
Figura 42 – Detalhe caixas utilizadas em projeto.....	45
Figura 43 -Projeto hidrossanitário térreo.....	46
Figura 44 –Planta de cobertura.....	47
Figura 45 – Detalhe Reservatório.....	48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 OBJETIVO.....	9
3 REVISÃO TEÓRICA.....	9
3.1. BIM.....	9
3.2. PROJETO ARQUITETÔNICO.....	10
3.3. PROJETO ESTRUTURAL.....	10
3.4. PROJETO HIDROSSANITÁRIO.....	11
3.5. COMPATIBILIZAÇÃO.....	12
4 METODOLOGIA.....	12
4.1 OBJETO DE ESTUDO.....	12
4.2 ESTAPAS DE MODELAGEM.....	14
4.2.1. MODELAGEM ARQUITETÔNICA.....	14
4.2.2 MODELAGEM ESTRUTURAL.....	18
4.2.3 MODELAGEM HIDROSSANITÁRIO.....	27
5 COMPATIBILIZAÇÃO.....	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
REFERÊNCIAS.....	37
APÊNDICE A – PROJETO ARQUITETÔNICO.....	39
APÊNDICE B – PROJETO ESTRUTURAL.....	41
APÊNDICE C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO.....	44

1 INTRODUÇÃO

A construção civil está passando por uma profunda transformação impulsionada pelas inovações tecnológicas, e a metodologia BIM (*Building Information Modeling*) se destaca como uma das mais significativas. O BIM oferece uma abordagem integrada para a criação, gestão e utilização de informações digitais detalhadas sobre os aspectos físicos e funcionais de um edifício ao longo de seu ciclo de vida, desde a concepção inicial até a demolição.

Conforme definido por Eastman et al. (2011), "BIM é uma metodologia que permite a geração e gestão de representações digitais das características físicas e funcionais de um lugar. Esta abordagem melhora a visualização, colaboração, coordenação e simulação de processos, resultando em maior eficiência e qualidade na entrega de projetos". Essa definição sublinha o potencial do BIM para revolucionar a maneira como os projetos de construção são planejados, projetados e executados.

A importância do BIM é amplamente reconhecida na literatura acadêmica e na prática profissional. De acordo com Azhar (2011), "a adoção do BIM proporciona um ambiente colaborativo que facilita a comunicação e a coordenação entre os diversos atores do projeto, reduzindo erros e retrabalhos, e promovendo uma gestão mais eficiente dos recursos". Essas melhorias não apenas aumentam a eficiência dos processos de construção, mas também resultam em edificações de maior qualidade e durabilidade.

Este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo explorar a aplicação prática da metodologia BIM no desenvolvimento de um projeto residencial unifamiliar. Para isso, foram utilizados dois softwares principais: o Revit e o TQS. O Revit foi empregado para modelar os projetos arquitetônico e hidrossanitário, oferecendo uma plataforma robusta para a criação de modelos tridimensionais detalhados que facilitam a visualização e a coordenação de diferentes disciplinas. Por outro lado, o TQS foi utilizado para o desenvolvimento do projeto estrutural, integrando-se ao Revit para importar as plantas e realizar cálculos estruturais precisos.

A interoperabilidade entre o Revit e o TQS exemplifica um dos principais benefícios do BIM: a capacidade de diferentes ferramentas e disciplinas trabalharem de forma coordenada e eficiente. Esta integração não apenas otimiza o fluxo de trabalho, mas também aumenta a precisão das informações e melhora a qualidade do produto final.

Este estudo pretende demonstrar a viabilidade técnica e as vantagens práticas da metodologia BIM, destacando aspectos como a melhoria da comunicação entre as partes envolvidas, a redução de custos e a eficiência no gerenciamento de projetos. Espera-se que os resultados obtidos possam servir como uma referência valiosa para profissionais e estudantes da área da construção civil, incentivando a adoção de práticas mais eficientes e inovadoras que possam transformar o setor.

2 OBJETIVO:

A finalidade deste trabalho é explorar a integração dos softwares Autodesk Revit e TQS na modelagem e criação de projetos de construção utilizando a metodologia BIM. Este estudo busca entender como a combinação dessas ferramentas pode potencializar a eficiência, precisão e qualidade dos empreendimentos, além de investigar os desafios e as melhores práticas associadas à sua implementação.

Por meio dessas etapas, este trabalho buscará contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso combinado do Revit e do TQS na metodologia BIM, oferecendo insights valiosos para profissionais e empresas interessados em adotar essa abordagem inovadora na indústria da construção.

3 REVISÃO TEÓRICA

3.1. BIM

Segundo Eastman et al. (2011), BIM é definido como "uma abordagem modelada baseada em processos para planejamento, design, construção e operação de edifícios e infraestrutura, que cria, gerencia e compartilha informações do projeto em um modelo digital integrado". Esse modelo digital serve como uma base confiável para a tomada de decisões durante o ciclo de vida do projeto, desde a concepção inicial até a demolição.

Kymmell (2008) descreve BIM como "um modelo computacional inteligente que permite a simulação de construção em um ambiente virtual, facilitando a visualização, a coordenação e a colaboração entre todos os envolvidos no projeto". Esse modelo não apenas representa a geometria do edifício, mas também incorpora dados sobre materiais, sistemas e componentes, permitindo uma gestão mais eficaz e integrada.

Dentre os variados componentes e funcionalidades do BIM destacam-se

1. Modelagem 3D: De acordo com Azhar (2011), a modelagem tridimensional é o núcleo do BIM, permitindo uma visualização precisa e detalhada do projeto, o que facilita a detecção de conflitos entre diferentes sistemas.
2. Informações Integradas: Eastman et al. (2011) destacaram que cada elemento do modelo 3D contém informações detalhadas sobre materiais, dimensões, custos e outras propriedades, criando uma base de dados rica e integrada para o projeto.
3. Colaboração: O BIM promove a colaboração entre todos os stakeholders do projeto. Azhar (2011) afirmou que a plataforma BIM facilita a comunicação e a coordenação, reduzindo a probabilidade de erros e retrabalhos.

Destacam se ainda benefícios do BIM

- Redução de Erros e Retrabalhos: Azhar (2011) destacou que a coordenação aprimorada e a detecção de conflitos no BIM ajudam a minimizar erros durante a fase de construção.
- Eficiência e Produtividade: Eastman et al. (2011) apontaram que os processos se tornam mais rápidos e eficientes devido à integração e automação de tarefas proporcionadas pelo BIM”.
- Gestão do Ciclo de Vida do Edifício: O BIM não é apenas útil na fase de construção, mas também na operação e manutenção do edifício. Azhar (2011) afirmou que o BIM oferece uma gestão mais eficaz dos ativos durante todo o ciclo de vida do edifício.

3.2. PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico deve atender a várias normativas técnicas para garantir a segurança, funcionalidade e sustentabilidade da edificação. Entre os principais instrumentos técnicos de direcionamento de projetos arquitetônicos, destacam-se a ABNT NBR 16636:2017 - Elaboração e Desenvolvimento de Serviços Técnicos Especializados de Projetos Arquitetônicos e Urbanísticos, que estabelece requisitos gerais para a elaboração de projetos arquitetônicos, e a ABNT NBR 15575-1:2013 - Edificações Habitacionais – Norma de Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais, que define critérios de desempenho para edificações habitacionais, abrangendo aspectos como resistência, estabilidade, segurança e conforto.

Além dessas normas, o projeto arquitetônico deve estar em conformidade com os planos diretores municipais, que estabelecem diretrizes urbanísticas específicas para cada localidade. Isso inclui a observância dos códigos de obras de cada cidade, os quais regulam parâmetros como gabarito, recuos, taxa de ocupação, e coeficiente de aproveitamento do terreno. Esses regulamentos locais garantem que o projeto esteja integrado ao contexto urbano, respeitando as peculiaridades e necessidades de cada município.

Portanto, a elaboração de um projeto arquitetônico exige uma abordagem multidisciplinar e uma compreensão profunda das normativas técnicas e urbanísticas, assegurando que a edificação seja segura, funcional, e adequada ao seu contexto.

3.3. PROJETO ESTRUTURAL

O projeto estrutural é um componente crucial da engenharia civil, pois garante a segurança, estabilidade e durabilidade das edificações. Envolve a análise e o dimensionamento de elementos estruturais, como vigas, colunas e fundações, para resistir às cargas aplicadas e às condições ambientais. Segundo Nilson, Darwin e Dolan (2010), o projeto estrutural envolve a concepção, análise e detalhamento das estruturas para que suportem as cargas previstas de maneira segura e eficiente.

O dimensionamento de elementos estruturais é uma etapa fundamental do projeto. Segundo McCormac e Brown (2015), o dimensionamento adequado dos elementos estruturais é essencial para garantir a segurança e a economia do projeto.

Os códigos de prática e as normas técnicas desempenham um papel vital na padronização dos projetos estruturais. Segundo El Debs (2000), a conformidade com normas técnicas como a ABNT NBR 6118:2014 - Projeto de Estruturas de Concreto e a ABNT NBR 8800:2008 - Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto é fundamental para garantir a segurança e a confiabilidade das estruturas.

3.4. PROJETO HIDROSSANITÁRIO:

De acordo com Gonzaga (2021), o projeto hidrossanitário deve considerar a disponibilidade de recursos hídricos, a qualidade da água, e as necessidades específicas dos usuários. Um planejamento adequado garante o fornecimento contínuo de água potável e o manejo eficiente de águas residuais, prevenindo a contaminação e promovendo a saúde pública.

O abastecimento de água é uma das principais componentes do projeto hidrossanitário. Segundo Gonzaga (2021) um sistema eficaz de abastecimento de água deve incluir a captação, tratamento, armazenamento e distribuição da água. A escolha dos materiais das tubulações, a localização dos reservatórios e a definição das pressões mínimas e máximas no sistema são aspectos críticos para assegurar a qualidade e a eficiência do abastecimento.

A gestão adequada dos esgotos sanitários é crucial para a saúde pública e a preservação ambiental. O sistema de esgotamento sanitário deve ser projetado para coletar e transportar os resíduos líquidos até as estações de tratamento, minimizando riscos de vazamentos e contaminação. O dimensionamento das tubulações, a inclinação adequada e o tratamento dos efluentes são componentes essenciais para um sistema eficiente.

A drenagem pluvial é responsável pelo manejo das águas das chuvas, prevenindo alagamentos e erosões. Gonzaga (2021) explica que o sistema de drenagem pluvial deve ser projetado para captar e conduzir as águas pluviais de forma rápida e segura. A integração de técnicas como pavimentos permeáveis e bacias de retenção pode contribuir para a gestão sustentável das águas pluviais.

As normas técnicas são fundamentais para garantir a conformidade e a segurança dos projetos hidrossanitários. As normas técnicas da ABNT-NBR 5626:2020 - Instalação Predial de Água Fria, e a NBR 8160:1999 - Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, são algumas das principais normas que regulamentam o projeto e a execução de sistemas hidrossanitários no Brasil. Essas normas estabelecem critérios para o dimensionamento, instalação, manutenção e inspeção dos sistemas, assegurando sua eficiência e durabilidade.

3.5 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

A compatibilização de projetos é um processo fundamental na construção civil, que visa garantir a integração e a harmonia entre as diversas disciplinas envolvidas em um empreendimento. Segundo Eastman 2021, o programador tinha a função de juntar os desenhos do projeto para possibilitar a visualização dos dados e resultados da obra. A adoção de metodologias avançadas, como o BIM, e a observância de normativas técnicas, são essenciais para alcançar uma compatibilização eficiente, reduzindo conflitos e retrabalhos. Estudos e práticas comprovam que a compatibilização eficaz não apenas otimiza o processo de construção, mas também contribui para a qualidade e a durabilidade das edificações.

Compatibilização pode ser definida como o processo de coordenação e integração das diversas especialidades envolvidas em um empreendimento, de forma a garantir que todos os sistemas e componentes funcionem conjuntamente de maneira eficiente e sem interferências.

Além do BIM, técnicas tradicionais de compatibilização ainda são utilizadas, especialmente em projetos de menor complexidade. A necessidade de coordenar e compatibilizar projetos deriva da perda de elos entre os participantes gerando altos índices de desperdício (Rodriguez, 2005).

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento do projeto abrangeu várias disciplinas. O projeto arquitetônico e hidrossanitário foram modelados no software Revit. Este software foi escolhido por sua capacidade de criar modelos detalhados e precisos, que facilitam a visualização e a coordenação de diferentes aspectos do projeto em uma única plataforma.

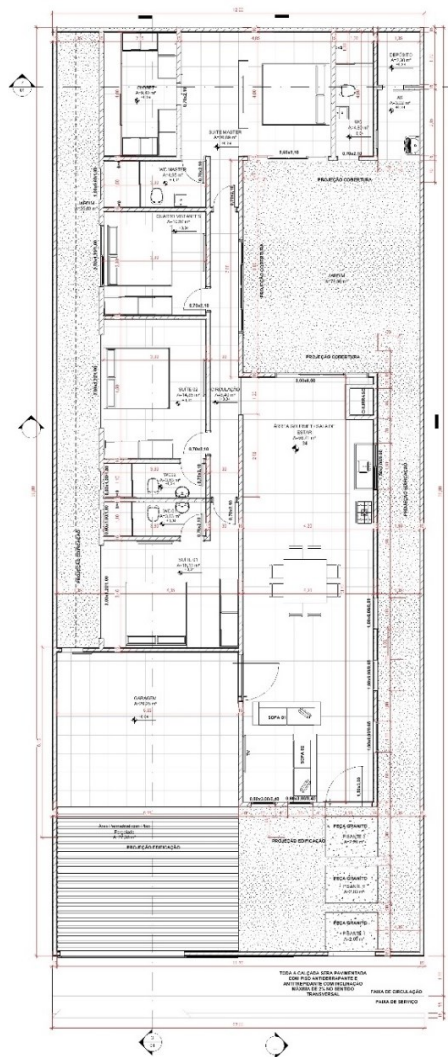
O projeto estrutural, por sua vez, foi desenvolvido no software TQS. A partir da planta realizada no Revit, as informações foram exportadas para o TQS, onde foram realizados os cálculos estruturais e o detalhamento das estruturas. Esse processo de exportação e importação de dados entre os softwares exemplifica a interoperabilidade proporcionada pela metodologia BIM, permitindo uma integração eficiente entre as diferentes etapas e disciplinas do projeto.

4.1 OBJETO DE ESTUDO

O Objeto de estudo desse trabalho se trata de uma residência de alto padrão a ser implantada hipoteticamente em um lote de 12 metros de frente e de fundos por 30 metros nas laterais, trataram-se de dimensões reais de lote e topografia real da região de Uberlândia-MG.

A residência tem uma área total de 210,95 m² é constituída por 2 suítes, 1 quarto para visitas, uma suíte master com closet, um banheiro para uso comum, área de serviço, depósito, área gourmet em conjunto com a sala de estar. A área permeável do imóvel é de 133,79 m², equivalente a 37,16% da área do terreno respeitando os 20% de área permeável exigido por lei local. A planta baixa arquitetônica do pavimento térreo está representada na Figura 1.

Figura 1 – Planta baixa do pavimento térreo



Fonte: Autor, 2024.

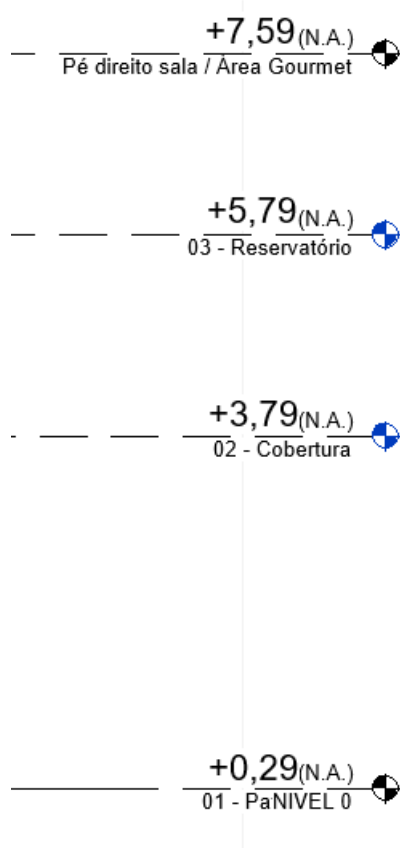
4.2 ETAPAS DE MODELAGEM

4.2.1 MODELAGEM ARQUITETÔNICA

Para iniciar as modelagens, primeiro é necessário entender como funciona o um template do Revit®. Este tipo de arquivo (template) é utilizado pelo software Revit sempre que se inicia um projeto novo, de acordo com a disciplina e tipo de projeto que será desenvolvido, este arquivo contém um conjunto de informações e famílias parametrizadas previamente carregadas e configuradas de acordo com o usuário.

Foram utilizados 2 templates diferentes, : o template arquitetônico e o template hidrossanitário. De início determinou-se os diferentes níveis existentes com suas determinadas nomenclaturas, de acordo com o projeto 2D realizado (Figura 2). É importante a padronização para que fosse utilizado como referência nas próximas disciplinas a serem modeladas.

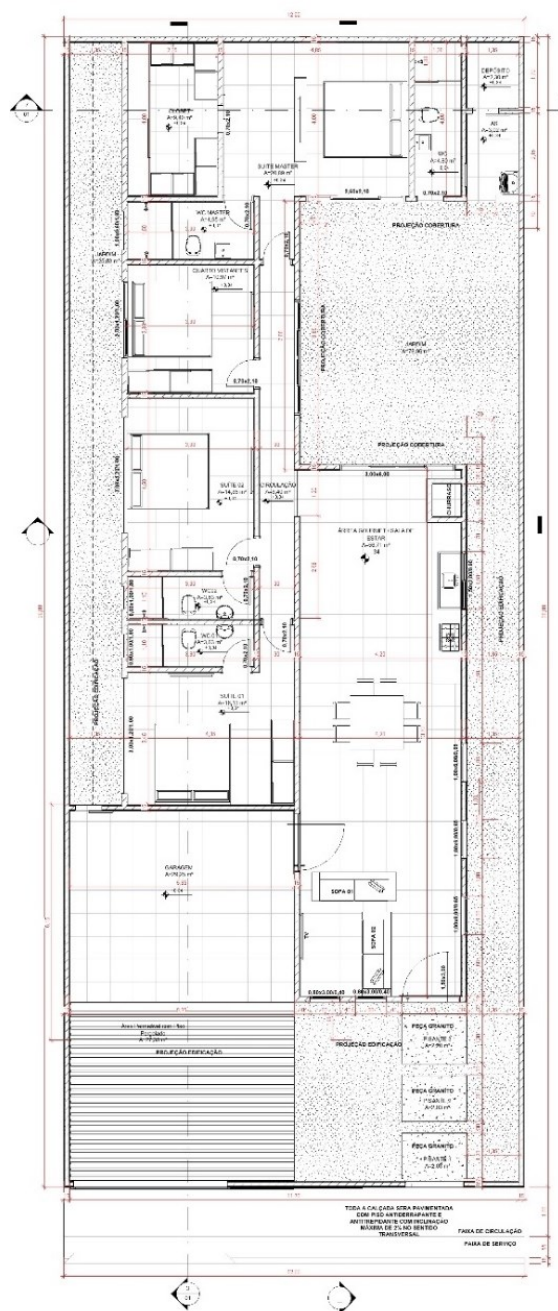
Figura 2 – Níveis residência



Fonte: Autor, 2024

Em seguida, para dar início à modelagem, foi feita uma pesquisa sobre as restrições urbanísticas de Uberlândia MG, sobre afastamentos, áreas permeáveis mínimas, após tal pesquisa temos a planta do projeto mostrada na figura 3.

Figura 3 – Planta Baixa do pavimento térreo



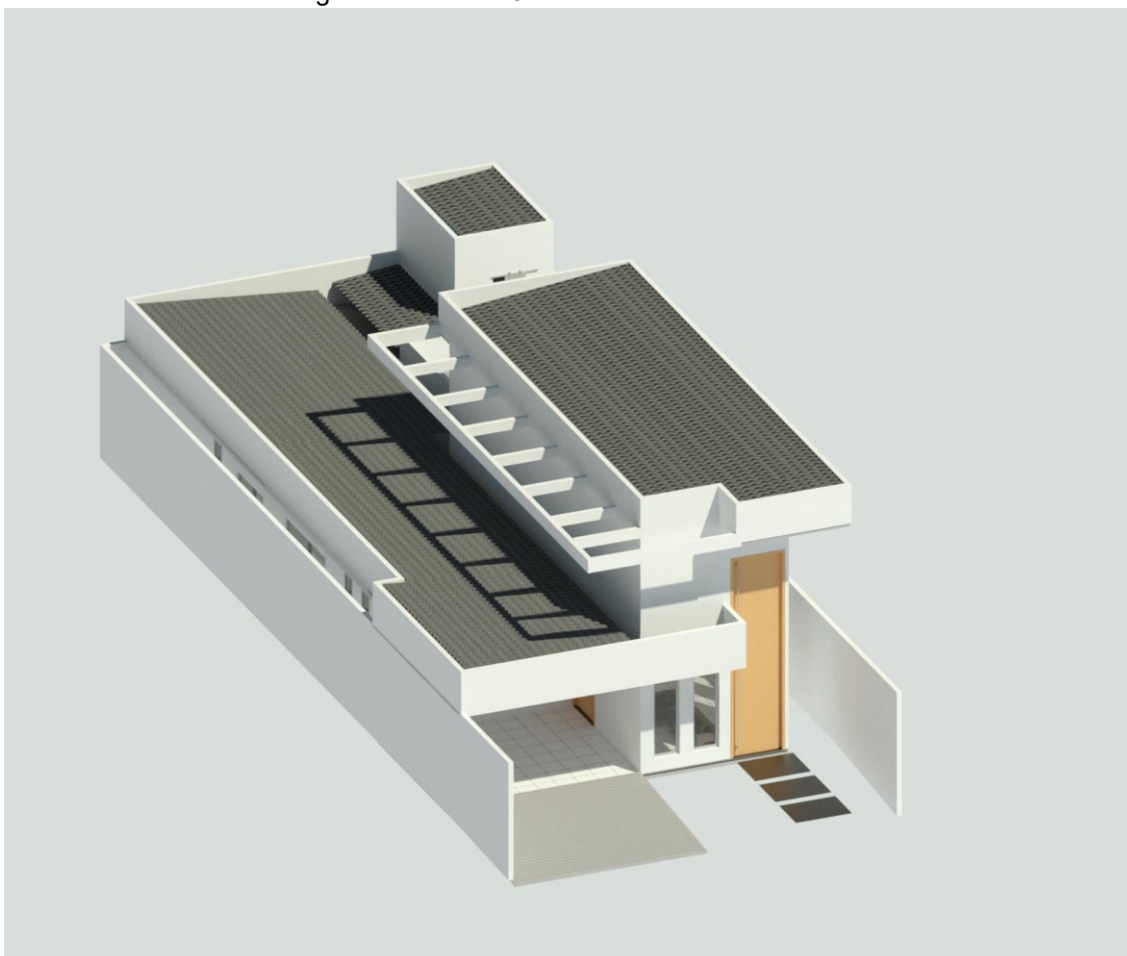
Fonte: Autor, 2024

Com os dados do terreno foi realizado a concepção arquitetônica do projeto o qual foi pensado em uma casa no formato de u para posteriormente a realização de uma piscina no centro da casa, sendo este o diferencial desse tipo de residência. Por ser um terreno nivelado não terá arrimo nem corte de aterro necessário. Considerou-se que o terreno ficou nivelado a 29cm do nível da rua na, sendo os 4 primeiros metros, de afastamento frontal obrigatório com inclinação de 4,99% até concordar com a calçada a 4 cm acima do nível de referência.

Se trata de uma residência de alto padrão a qual foi realizada em um lote de 12 metros por 30 metros, sendo esta criada sobre minha autoria em um lugar fictício.

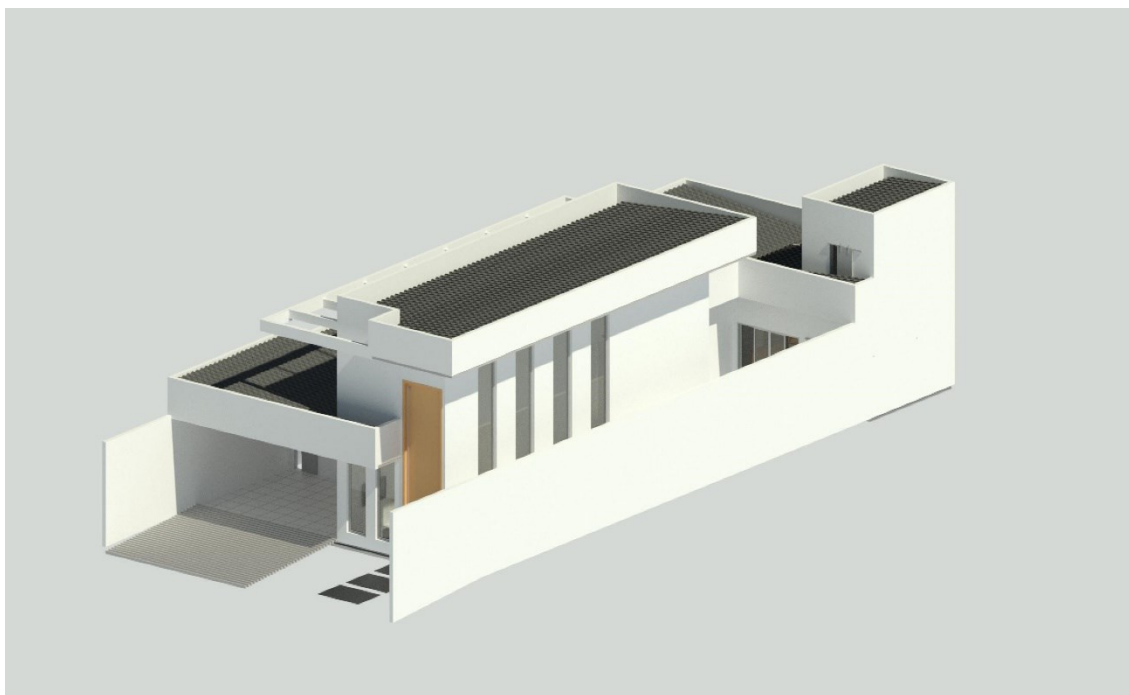
Tal residência tem uma área total de 210,95 m² constituída por 2 suítes, 1 quarto para visitas, uma suíte master com closet, um banheiro para uso comum, área de serviço, depósito, área gourmet em conjunto com a sala de estar. Existe também a área permeável do imóvel de 133,79 m², equivalente a 37,16% da área do terreno, em Minas Gerais por lei deve se ter ao menos 20% de área permeável em uma residência. A vista 3d da residência pode ser observada nas Figuras 4 e 5.

Figura 4 - Modelo 3d residência – Vista Frontal



Fonte: Autor, 2024

Figura 5 – Modelo 3d da Residência – Vista Lateral



Fonte: Autor, 2024

Com a modelagem realizada, foi feita as demais plantas da edificação sendo elas a planta de cobertura, planta de áreas e também a planta de locação e um corte da edificação que serão apresentados no Apêndice (A):

Além das características arquitetônicas mencionadas, a residência também apresenta elementos de design e funcionalidade que contribuem para sua estética e praticidade. O pergolado, por exemplo, é uma adição que confere um aspecto moderno e sofisticado à residência.

A presença da platibanda em balanço na fachada não apenas adiciona um elemento visual interessante, mas também desempenha um papel funcional ao proteger as esquadrias do sol e da chuva, contribuindo para o conforto térmico e a durabilidade dos materiais.

A porta pivotante em madeira, com sua altura imponente de 6 metros, é uma característica marcante da fachada, conferindo elegância e singularidade ao projeto. Sua escolha também pode refletir a preocupação com a integridade estética da fachada, mantendo-a harmoniosa e equilibrada.

A localização do reservatório e do boiler no fundo da residência demonstra uma abordagem realizada pra preservar a estética da fachada, garantindo que elementos funcionais como esses não interfiram na composição visual da construção.

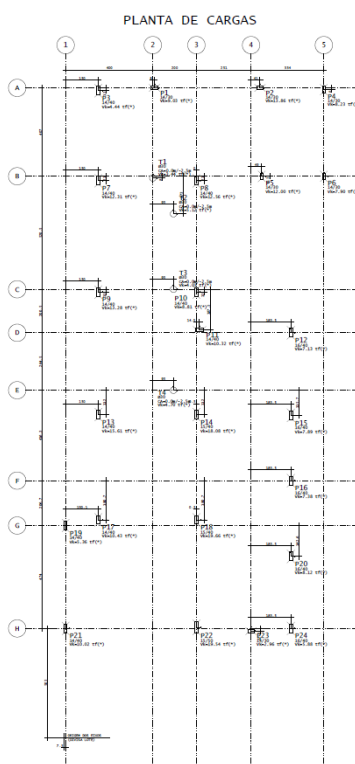
4.2.2 MODELAGEM ESTRUTURAL

Além da modelagem arquitetônica realizada no Autodesk Revit, o projeto estrutural da residência foi concebido e desenvolvido integralmente em BIM, utilizando o software TQS. A modelagem paramétrica do projeto permitiu a exportação dos dados em formato .IFC, proporcionando uma integração eficiente entre os softwares de dimensionamento e análise estrutural.

A utilização do TQS possibilita a geração de informações detalhadas sobre a estrutura da edificação, incluindo a volumetria dos elementos, formas de concretagem e quantidade de aço empregado em cada peça estrutural. Esses dados são essenciais para garantir a precisão e a segurança do projeto, além de otimizar o processo de construção e controle de custos.

A infraestrutura da edificação, considerando o tipo de solo e as cargas atuantes, foi realizada com o auxílio do software TQS, resultando em uma planta de fundações, que atende às necessidades específicas da construção de acordo com o solo e o tipo de fundação que será escolhido pelo engenheiro geotécnico (Figura 6). Essa etapa do processo de projeto é fundamental para garantir a estabilidade e a durabilidade da estrutura, evitando problemas futuros relacionados à instabilidade do solo.

Figura 6 – Planta de Cargas



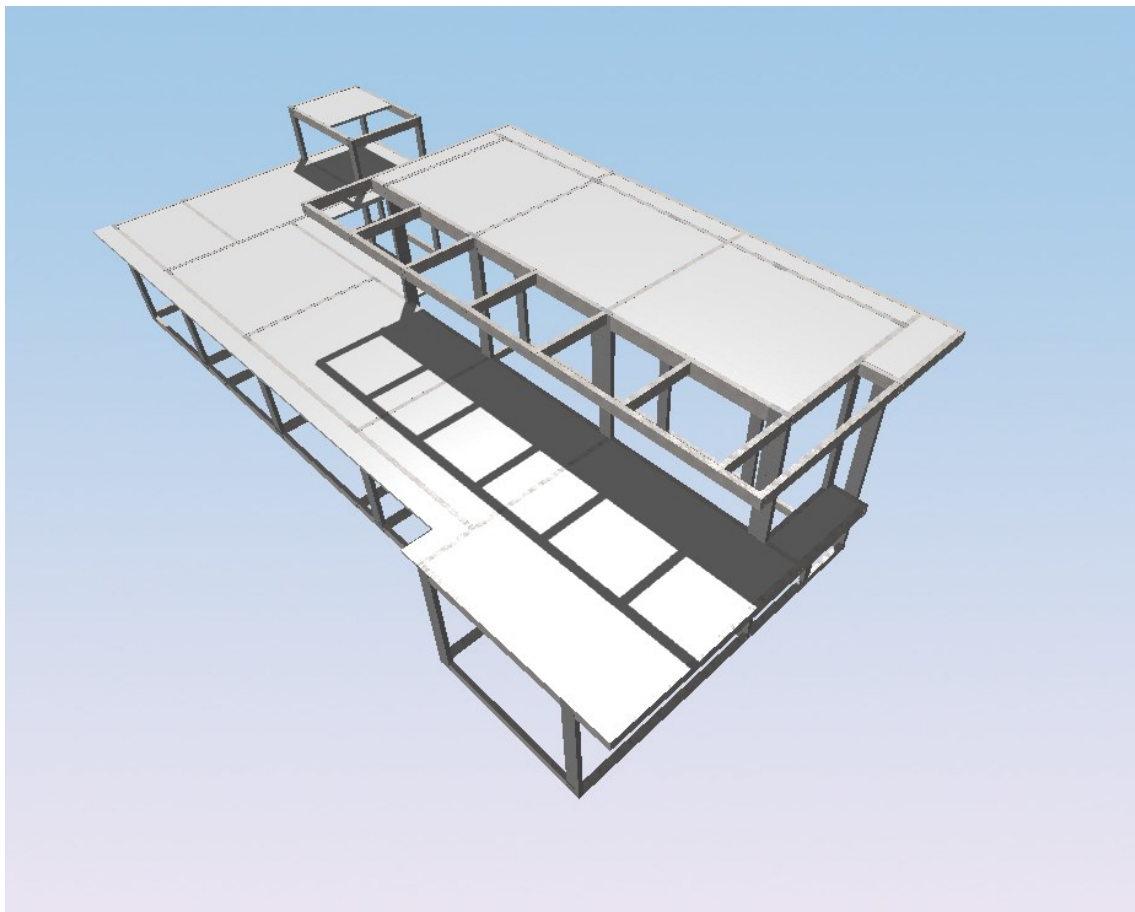
Fonte: Autor, 2024

A superestrutura da residência foi concebida em concreto armado, com uma resistência característica de f_{ck} de 25 MPa. O sistema estrutural é composto por vigas e pilares que suportam lajes treliçadas pré-moldadas com enchimento em

EPS, proporcionando uma solução eficiente em termos de desempenho estrutural e isolamento térmico.

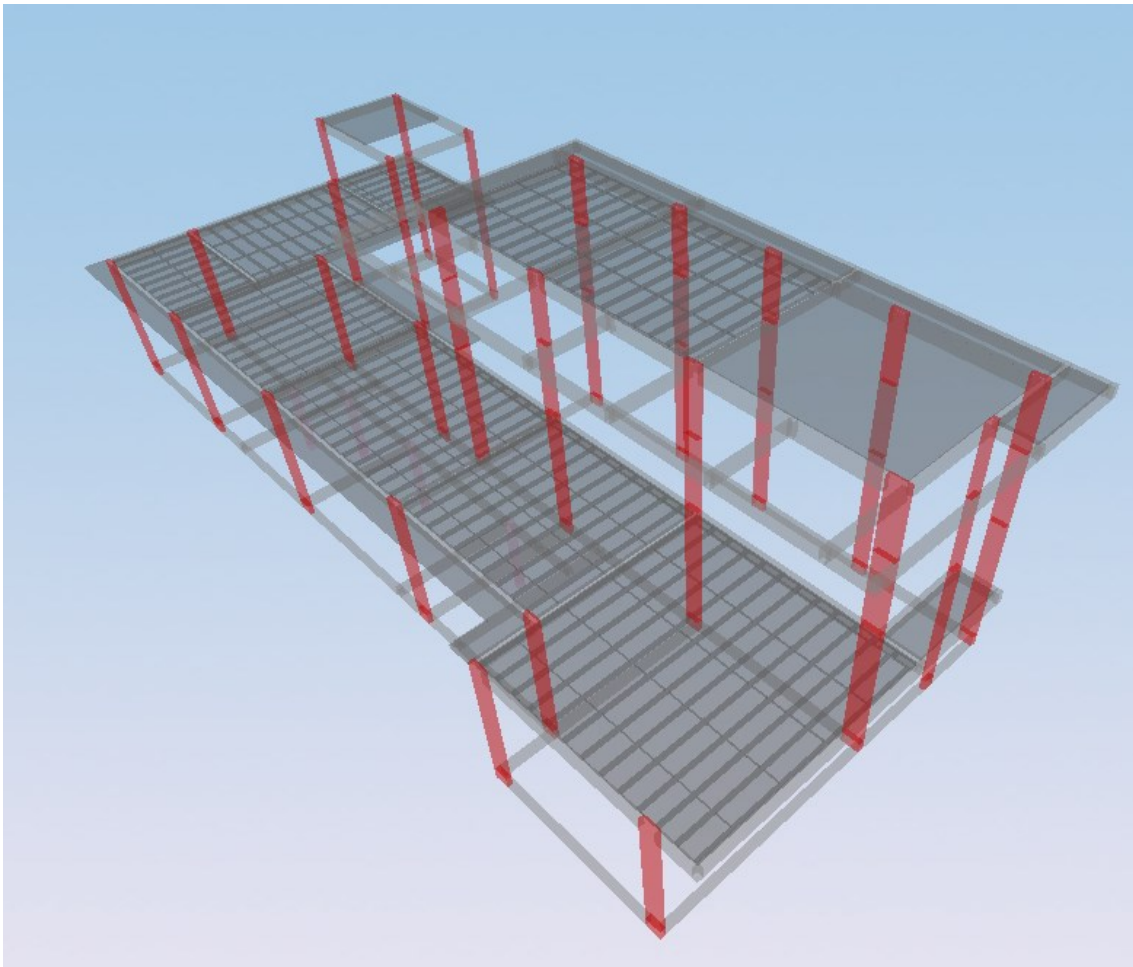
O modelo 3D da estrutura, representado nas figuras 7 e 8, oferece uma visualização detalhada e tridimensional da disposição dos elementos estruturais, permitindo uma análise mais precisa e uma melhor compreensão do sistema como um todo. Esse modelo é uma ferramenta valiosa para a tomada de decisões durante o processo de projeto e construção, contribuindo para a eficiência e a qualidade final da edificação.

Figura 7 – Vista 3d da estrutura



Fonte: Autor, 2024

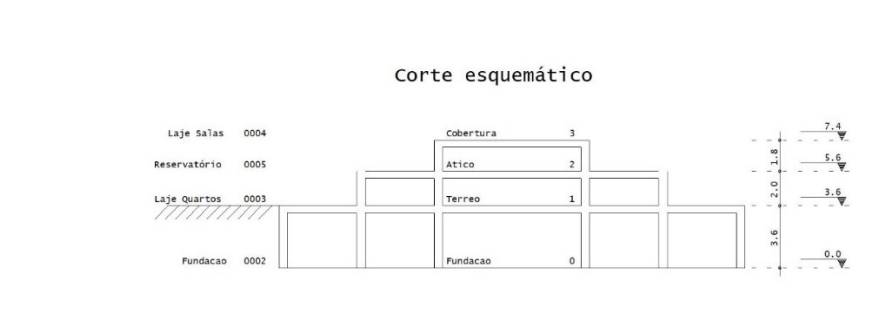
Figura 8 – Pórtico espacial 3d



Fonte: Autor, 2024

A primeira etapa da concepção do projeto estrutural foi a visualização do projeto arquitetônico assim como a exportação de tal como dwg, ou também arquivo no formato dxf esse em menor tamanho. Após essa etapa foi criado o edifício no TQS que de modo geral são 4 níveis para tal projeto Nível térreo este denominado com fundação, Laje quartos, Pé direito duplo para sala e cozinha denominado como Laje salas, e nível do Ático e Boiler. Foi considerado 10cm para a realização do contrapiso e piso desta edificação. Conforme mostrado na figura 9.

Figura 9 – Corte esquemático edificação

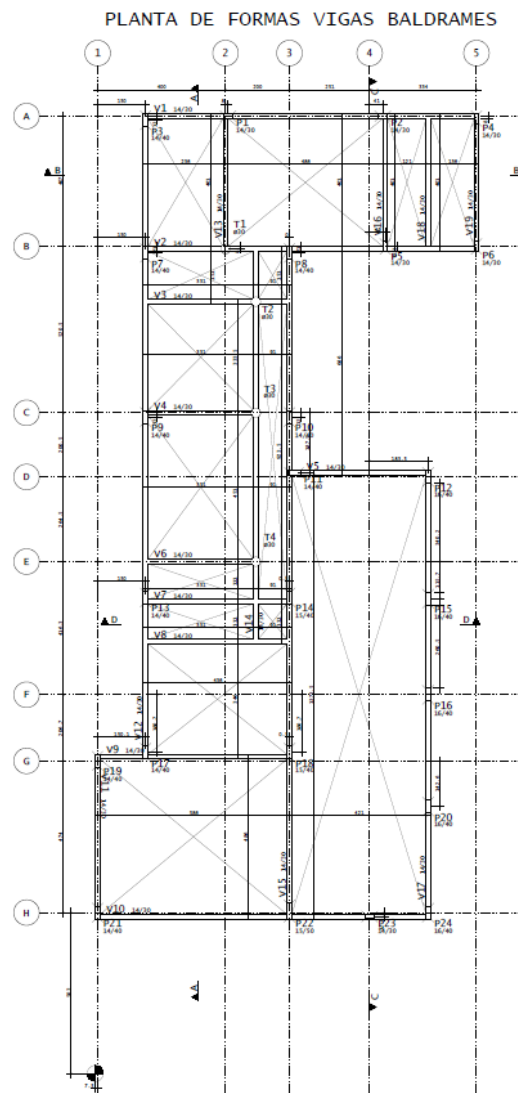


Fonte: Autor, 2024

Após a definição de níveis são feitos ajustes de acordo com o tipo de terreno tipo de edificação e velocidade básica do vento o vento de maneira geral tem bastante influência em edificações altas, todavia não é o caso haja visto que a edificação tem uma altura total contando a platibanda de 8,50 metros, por norma podemos desconsiderar o vento até 4 pav. de acordo com a NBR: 6118 2014. Ao se exportar o arquivo existe uma ferramenta no software TQS, ela serve para fazer a conversão dos arquivos exportados em formato TQS, assim temos o qual será utilizado para lançamento desde as vigas aos pilares, lajes e demais elementos estruturais.

Para o lançamento estrutural de vigas no térreo, foi utilizada secção de 14x30cm de acordo com NBR 6118, com carga de alvenaria de tijolo vazado de 15cm e altura conforme a região, haja visto que há diferenças entre os pés direitos da edificação. Após isso foi feita a locação de pilares com as vigas já centralizadas conforme as paredes. Para alocação de pilares foi adotado vãos de até 4m de um pilar a outro respeitando o projeto arquitetônico criado, conforme mostrado na figura 10.

Figura 10 – Planta de Formas Térreo (Vigas Baldrames)



Fonte: Autor, 2024

Após o lançamento dos pilares foi feito o lançamento da cobertura, primeiro foi definida a carga das vigas haja visto que irão suportar a platibanda com 1,5m foi utilizado a carga de 1,5m de tijolo vazado de 15cm Conforme mostrado na figura 11.

Figura 11 – Carga Vigas Pavimento Térreo

Dados Gerais da Viga

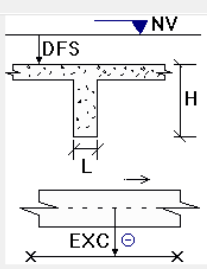
Identificação	Inserção	Seção/Carga	Modelo	Intersecções	Temperatura/Retração	Detalhamento	BIM
Largura L (cm)	Altura H (cm)	Rebaixo DFS (cm)	Excentricidade EXC (cm)				
14	30	0	0				
Carga distribuída em todos os vãos		TJVAZ15 H1.5 m					
Seção/Perfil catalogado							
Dados de viga metálica							
Material não padrão							
Mísula / Seção Variável							

Seções catalogadas ☐ Igualar todas as seções

Seção	Comentário
14/30 cTJVAZ15 H1.5 m	
14/30 c H1.2 m	
14/40 c H1.2 m	

Largura da viga

OK Cancelar



NV = Nível do pavimento
H = Altura da seção
L = Largura
DFS = Rebaixo do topo
EXC = Excentricidade

Fonte: Autor,2024

Após o lançamento das vigas foi feito o lançamento das lajes treliçada, a escolhida foi EPS unidirecional 08/40/120, com carga de cobertura esta mesma vem predefinida no software conforme a figuras 12 e 13.

Figura 12 – Definição do tipo de laje

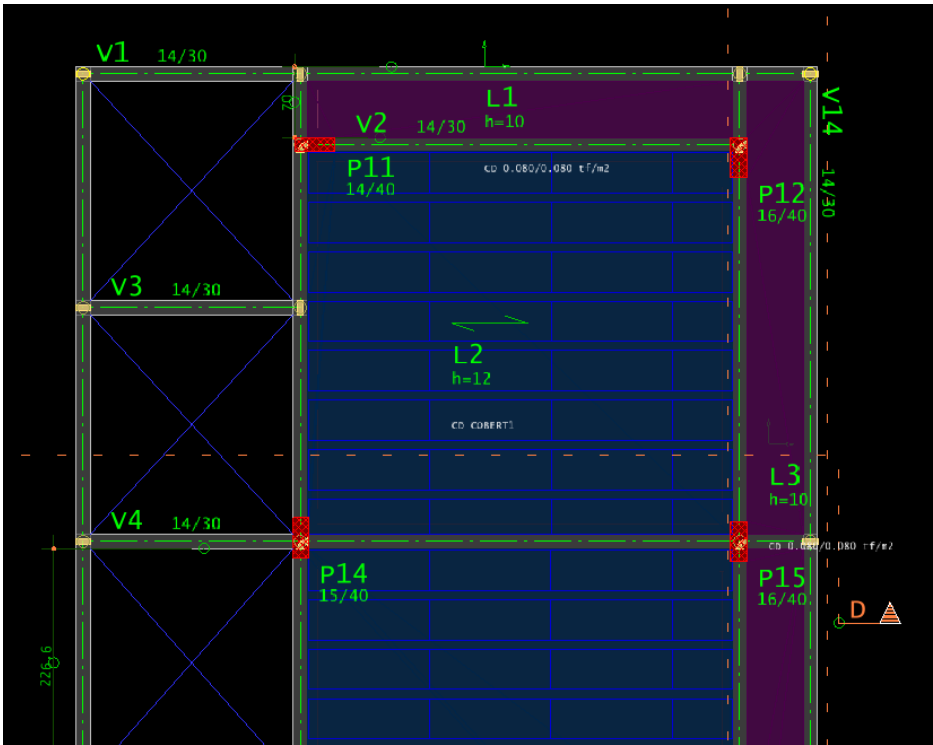
Fonte: Autor, 2024

Figura – 13 Definição da carga de cobertura

Fonte: Autor, 2024

Em seguida foi definido sentido da laje e inserida as formas de nervura e distribuída sobre a mesma conforme a figura 14.

Figura 14 – Definição de cruzamento das vigas e sentido das lajes

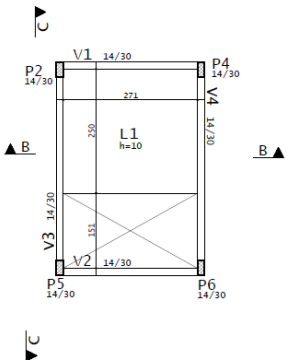


Fonte: Autor, 2024

Posteriormente foi realizado o reservatório, inserido as vigas com carga de platibanda e uma laje maciça com carga permanente de 350 kg/m² e 150 kg/m² de carga variável tendo em vista o peso do boiler 600L que será fixado na mesma laje do reservatório. Considerado que o reservatório pode ser até 1500L e o peso de uma pessoa para dar manutenção caso seja necessário tendo em vista sua área de 2,50m x 2,71m = 6,77m² tal valor vezes a sua carga nos dá o valor que tal laje suporta sendo igual à = 6,77 x 350 =2369 kg (Figura 15).

Figura 15 – Planta de Formas Reservatório e Boiler

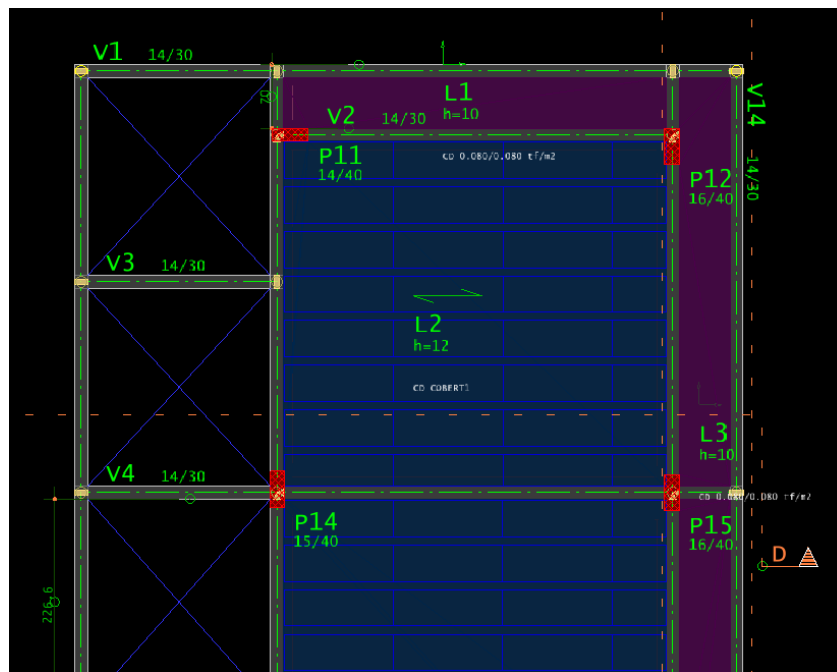
PLANTA DE FORMAS RESERV.



Fonte: Autor, 2024

No último pavimento pé direito duplo foi inserida as vigas com carga de platibanda e após a laje treliçada com o mesmo material da cobertura, definido seu sentido e posicionada as formas de nervura. Foi feito as definição de todos cruzamentos de vigas, tendo em vista o pergolado superior que são vigas apoiadas em vigas conforme a figura 16 .

Figura 16 – Laje Salas



Fonte: Autor, 2024

Após realizar os lançamentos estruturais e ser colocadas as cargas é feito um processamento de cada pavimento afim de obter possíveis erros que possam atrapalhar no processamento global da edificação. Feito isso foi realizado o processamento total da edificação figura 17.

Figura 17 - Dados Processamento

Processamento Global

Planta de formas

☐ Não processar

☐ Processar plantas extraídas (LDFs)

☒ Extração gráfica e processamento

☒ Desenhar planta de formas

☒ Gerar cortes do edifício

Lajes

☐ Não processar

☐ Esforços, processo simplificado

☒ Esforços e desenho

Escadas

☐ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Incêndio

☐ Verificar elementos estruturais a incêndio

Grelhas

☒ Gerar o modelo Limpar

☒ Desenho de dados

☒ Extração do desenho de grelha

☒ Processamento do modelo

☐ Transferência de esforços para vigas

☒ Transferência de esforços para lajes

☐ Grelha não linear (flechas) Parâmetros

Vigas

☐ Não processar

☐ Somente esforços

☐ Dimensionamento, detalhamento

☒ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Estruturas metálicas mistas

☐ Elementos metálicos

Outros

☒ Forçar reprocessamento

☒ Mostrar avisos/erros

Pórtico espacial

☒ Gerar o modelo Limpar

☒ Processamento do modelo

☒ Transferência de esforços para vigas

☒ Transferência de esforços para pilares

Pilares

☒ Processamento paralelo

☒ Gravação de geometria e cargas verticais

☐ Não processar

☐ Dimensionamento, detalhamento

☒ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Fundações

☐ Não processar

☐ Dimensionamento, detalhamento

☒ Dimensionamento, detalhamento, desenho

Somente esforços

Esforços e armaduras

Pré-moldados

OK Cancelar

Fonte: Autor, 2024

Após o processamento foi dado o seguinte relatório na Figura 18:

Figura 18 – Relação de erros TQS

TQS TQS_HTM

PGLOERR.HTM

Avisos e erros - Edifício 01 - Karlos Henrique

Quantitativo

Classificação	Quantidade
Aviso/Leve	103
Aviso/Médio	101
Erro/Grave	2

Para maiores detalhes, entre no visualizador de erros.

Lista de erros graves

- Desaprumo global preponderante
- Lajes sem dimensionamento - flexão negativa

Existem erros graves. Para obter maiores detalhes, entre no visualizador de erros.

[Clique aqui](#) para abrir visualizador de erros

Fonte: Autor, 2024

Com base nisso, deve-se resolver os dois erros graves. Por nossa edificação ter apenas 1 pav. O Primeiro erro pode ser resolvido de forma simples a edificação tem pé direito menos do que 10m, o que pode ser desconsiderado tendo em vista que edificações com menos de 4 pavimentos não estão sujeitas ao fenômeno de desaprumo de acordo com NBR 6118. Já a flexão negativa ao uniformizar a armação tal erro foi resolvido. O projeto pode ser visualizado no anexo B.

4.2.3 MODELAGEM HIDROSSANITÁRIO

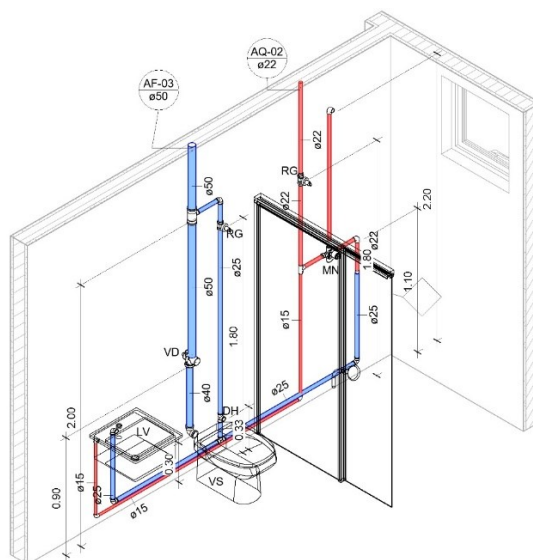
O projeto hidrossanitário é fundamental afim de garantir a eficiência, a segurança e a sustentabilidade no uso e na gestão dos recursos hídricos em edificações e áreas urbanas. Uma definição abrangente deve considerar os componentes essenciais em tal projeto sendo eles: água fria, água quente, drenagem pluvial e esgoto, a importância da conformidade com normativas técnicas. Esta abordagem assegura que os projetos hidrossanitários não apenas atendam às necessidades imediatas, mas também contribuam para a preservação ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações.

Sistema de água fria e água quente:

Através da Planta baixa e também da planta de cobertura foi realizado o projeto hidrossanitário utilizando as famílias disponibilizadas no Curso Construir disponível em (<https://cursosconstruir.com.br>) .

Conforme o Item 6.9.2 da ABNT NBR 5626:2020 a pressão mínima exigida em um ponto de utilização é de 10 kPa ou 1 m.c.a., enquanto o Item 6.9.3 enuncia a pressão mínima de rede de 5 kPa ou 0,5 m.c.a. A pressão máxima permitida, conforme Item 6.9.5 da ABNT NBR 5626:2020, é de 400 kPa ou 40 m.c.a. A velocidade máxima recomendada em cada trecho para se evitar picos de pressão é de 3 m/s, conforme Item 6.8.3. Definidos os parâmetros foi realizado a modelagem do sistema de água fria da edificação. Na figura 19 é representada a vista isométrica de água fria e água quente do banheiro de uma das suítes.

Figura 19: Tubulação água quente e água fria.



Fonte: Autor, 2024

De primeira instância com os acessórios de tubulação alocados com a altura necessária e centralizados com as peças hidro sanitárias ex; vaso sanitário, pia,

chuveiro, foi feito a alocação da tubulação com os diâmetros adequados de acordo com a vazão necessária para tal residência. Para a modelagem do sistema de água fria foi utilizada tubulação de PVC da marca Tigre, aplicando os diâmetros e pontos de utilização indicados nas famílias das peças hidro sanitárias. Também foram conferidos os dados presentes nas famílias a serem adotadas e a vazão de projeto e peso relativo. Estes dois últimos dados não são enunciados pela ABNT NBR 5626:2020, mas sim na norma anterior, a ABNT NBR 5626:1998, (Figura 20).

Figura 20 - Vazões de projeto e peso relativo dos aparelhos hidrossanitários

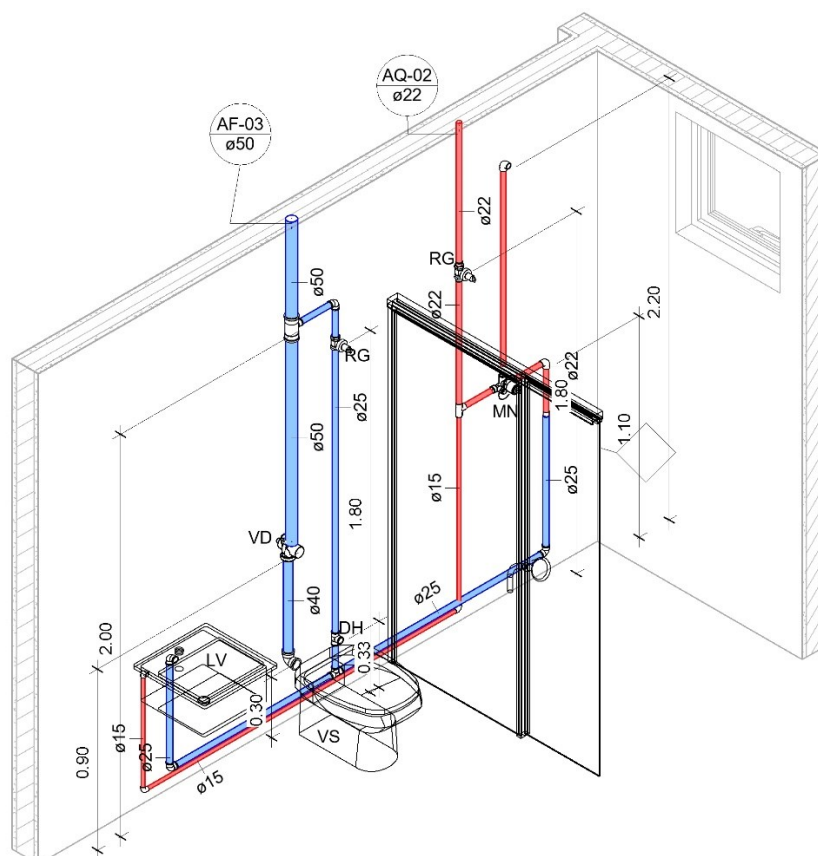
Aparelho sanitário		Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo
Bacia sanitária		Caixa de descarga	0,15	0,3
		Válvula de descarga	1,70	32
Banheira		Misturador (água fria)	0,30	1,0
Bebedouro		Registro de pressão	0,10	0,1
Bidê		Misturador (água fria)	0,10	0,1
Chuveiro ou ducha		Misturador (água 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

A modelagem do sistema de água quente ocorreu de forma idêntica ao de água fria, utilizando os tubos de CPVC conforme mostrado na (Figura 21). No entanto, diferentemente do sistema de água fria, o sistema de água quente é pressurizado devido à temperatura elevada da água, que aumenta a pressão interna das tubulações. De acordo com o manual do fabricante Heliotek, para o modelo referenciado do boiler de 600 litros, a pressão de trabalho é de 5 m.c.a (metros de coluna de água). Esta pressão deve ser rigorosamente controlada para garantir a segurança e a eficiência figura 21.

A escolha do CPVC se deve à sua capacidade de resistir a altas temperaturas e pressões, sendo um material adequado para a condução de água quente em sistemas prediais. As características específicas dos tubos de CPVC, como a resistência à corrosão e a baixa condutividade térmica, contribuem para a durabilidade e a eficiência térmica do sistema, garantindo um fornecimento constante e seguro de água quente aos pontos de consumo.

Figura 21 – Instalação hidrossanitária de água quente



Fonte: Autor, 2024

Sistema de Esgoto e Ventilação:

O dimensionamento do sistema de esgoto foi realizado de maneira manual por meio das tabelas fornecidas pela ABNT NBR 8160:1999 devido a relativa simplicidade de realização do dimensionamento para uma casa de pavimento térreo. O método utilizado foi o cálculo por Unidades Hunter de Contribuição (UHC), fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual de cada tipo de aparelho sanitário.

Pode-se dividir os sistemas de esgoto em quatro partes: ramais de descarga, ramais de esgoto, subcoletores e coletor predial. Os ramais de descarga são aqueles que recebem diretamente o efluente do aparelho sanitário. Por outro lado, os ramais de esgoto recebem os efluentes dos ramais de descarga, seja diretamente ou por meio de algum desconector, como caixas sifonadas. Os subcoletores são responsáveis por receber os efluentes de um ou mais ramais de esgoto (ou de tubos de queda), enquanto o coletor predial é o último trecho do sistema, compreendido entre o último subcoletor, ramal de esgoto, ramal de descarga ou caixa de inspeção geral até o coletor público.

Segundo o item 5.1.2.1 da ABNT NBR 8160:1999, o quadro mostrado na figura 22 define o número de UHC (Unidades de Hunter de Contribuição) de cada aparelho sanitário, bem como o diâmetro nominal mínimo que os ramais de descarga devem possuir. Essas especificações são essenciais para garantir o dimensionamento adequado das tubulações, evitando problemas de entupimento e assegurando a eficiência do sistema de esgoto predial.

Figura 22 - UHC de aparelhos sanitários e diâmetro mínimo de ramais

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

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

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

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

O item 5.1.2.3 da ABNT NBR 8160:1999 detalha os diâmetros mínimos dos ramais de esgoto, garantindo que estes sejam dimensionados de maneira adequada para suportar o fluxo de efluentes sem obstruções. Já o item 5.1.4.1 trata sobre os diâmetros mínimos dos subcoletores e coletores prediais, estabelecendo esses diâmetros em função das declividades mínimas necessárias, conforme especificado nas Tabelas 9 e 10 da norma demonstrado nas figuras 23 e 24. Tais especificações são cruciais para assegurar a correta

inclinação das tubulações, permitindo o escoamento eficiente dos efluentes e prevenindo problemas como refluxo ou entupimentos, que podem comprometer a funcionalidade e a higiene do sistema de esgoto.

Figura 23 - Diâmetros mínimos dos ramais de esgoto

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

Fonte: ABNT NBR 8160:1999

Figura 24 - Diâmetros mínimos dos 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

Considerando também os seguintes itens presentes na ABNT NBR 8160:1999:

1. As mudanças de direção, declividade e junção de tubulações devem ser realizadas por meio de caixas de inspeção (Item 4.2.6.2). Em subcoletores 38 e coletores podem ser utilizados desvios com peças de ângulo central igual ou inferior a 45° desde que acompanhem elementos que possibilitem inspeção (Item 4.2.5.1);
2. As declividades mínimas dos ramais de descarga e esgoto devem ser de 2% para as tubulações de diâmetro nominal igual ou inferior a 75, e de

1% para diâmetro nominal igual ou superior a 100 (Item 4.2.3.2). Para subcoletores e coletor predial a declividade máxima considerada é de 5% (Item 4.2.5.2).

3. Os efluentes provenientes de cozinhas devem passar por caixas de gordura. Por se tratar de somente 1 cozinha comum, o modelo aplicado é o de caixa de gordura simples (Item 5.1.5.1.1 b);

Através dessas informações, foi realizado o dimensionamento do sistema de esgoto, separando os trechos de acordo com sua classificação e aplicando os diâmetros e declividades previstos anteriormente na norma. Esse procedimento assegurou que cada componente do sistema fosse dimensionado de forma adequada, conforme as especificações estabelecidas pela ABNT NBR 8160:1999, garantindo a eficiência e a segurança do escoamento dos efluentes. Na figura 25, consta o dimensionamento, conforme as diretrizes normativas, e assegurando a conformidade com os requisitos técnicos exigidos.

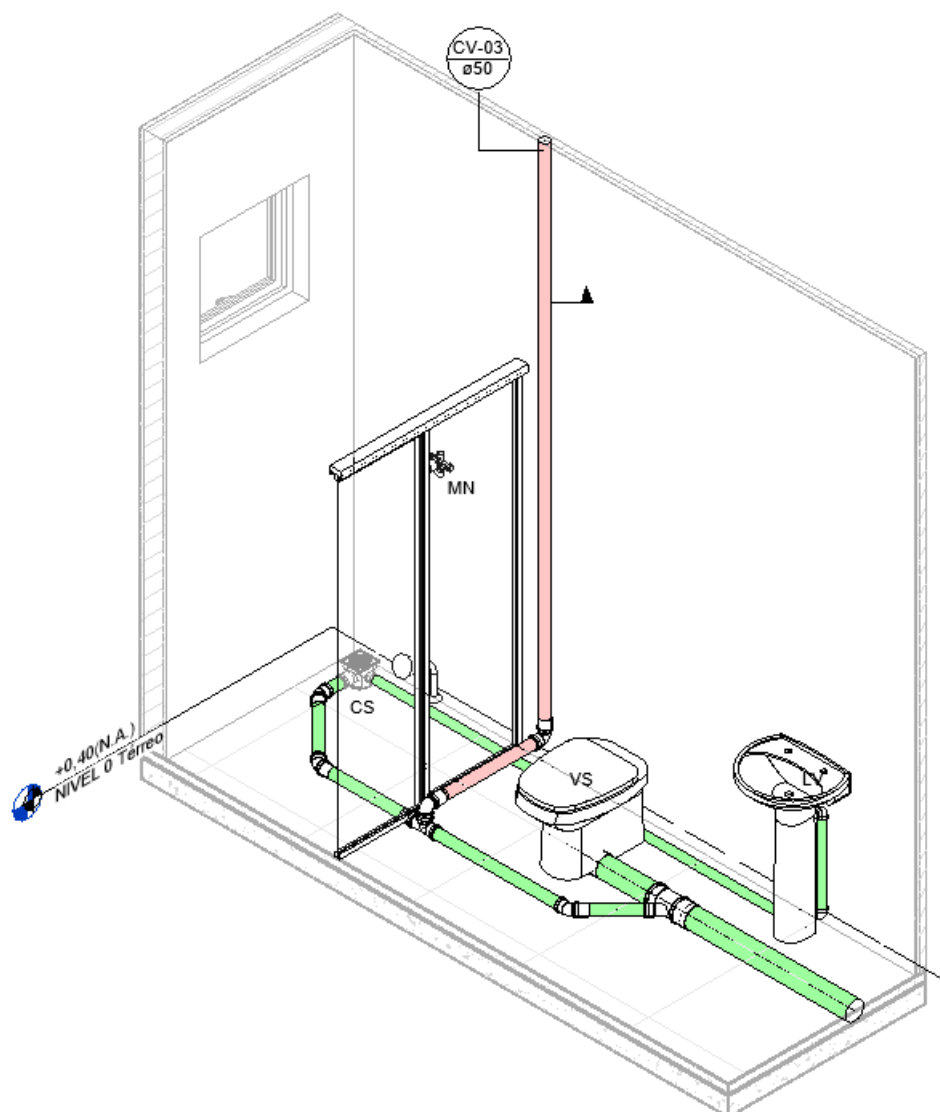
Figura 25 – Dimensionamento Sistema de Esgoto

Trecho	Ponto ini.	Local	Ponto fin.	Local	UHC total	dn	Tipo
A-1	Tanque	A.S	Caixa Sifonada	A.S	6	50	RAMAL DE DESCARGA
A-2	Caixa Sifonada	A.S	B3	w.c ext	6	50	RAMAL ESGOTO
B-1	Pia	w.c ext	caixa sifonada	w.c ext	2	40	ramal de descarga
B-2	Caixa Sifonada	w.c ext	B-3	w.c ext	4	50	ramal de descarga
B-3	V.S	w.c ext	C-X	JARDIM	16	100	RAMAL DE ESGOTO
C-1	PIA	W.C MASTER	Caixa Sifonada	W.C MASTER	2	40	ramal de descarga
C-2	caixa sifonada	W.C MASTER	C-3	W.C MASTER	4	50	ramal de descarga
C-3	V.S	W.C MASTER	CAIXA DE INSP.1	JARDIM	28	100	SUBCOLETOR
D-1	CAIXA DE INSP.1	JARDIM	CAIXA DE INSP.2	CORREDOR LAT. DIRET	48	100	SUBCOLETOR
E-1	TC	COZINHA	CAIXA DE GORDURA	CORREDOR LAT. DIRET	3	50	SUBCOLETOR
E-2	CAIXA DE GORDURA	JARDIM	CAIXA DE INSP. 2	CORREDOR LAT. DIRET	3	100	SUBCOLETOR
F-1	PIA	W.C 01	CAIXA Sifonada	W.C 01	2	40	RAMAL DE DESCARGA
F-2	caixa sifonada	W.C 01	F-3	W.C 01	4	50	RAMAL DE DESCARGA
F-3	V.S	W.C 01	G-X	ÁREA GOUR.	10	100	RAMAL DE DESCARGA
G-1	PIA	W.C 02	Caixa Sifonada	W.C 02	2	40	RAMAL DE DESCARGA
G-2	caixa sifonada	W.C 02	G-3	W.C 02	4	50	RAMAL DE DESCARGA
G-3	V.S	W.C 02	D-1	CORREDOR LAT. DIRET	20	100	RAMAL ESGOTO
H-1	CAIXA DE INSP.2	JARDIM	AI P/ESGOTO URBAN	RUA	68	100	COLETOR PREDIAL

Fonte: Autor, 2024

O dimensionamento do sistema de ventilação é realizado conforme a ABNT NBR 8160:1999, para garantir ventilação apropriada aos trechos que contêm bacias sanitárias. Conforme o Item 5.2 para grupos de aparelhos com bacia sanitária o ramal de ventilação deverá possuir diâmetro nominal de 50. Com isso, foi realizado o modelo da rede de esgoto (em verde) e de ventilação (em rosa) seguindo os diâmetros e declividades definidas e utilizando tubulação de PVC para esgoto Figura 26.

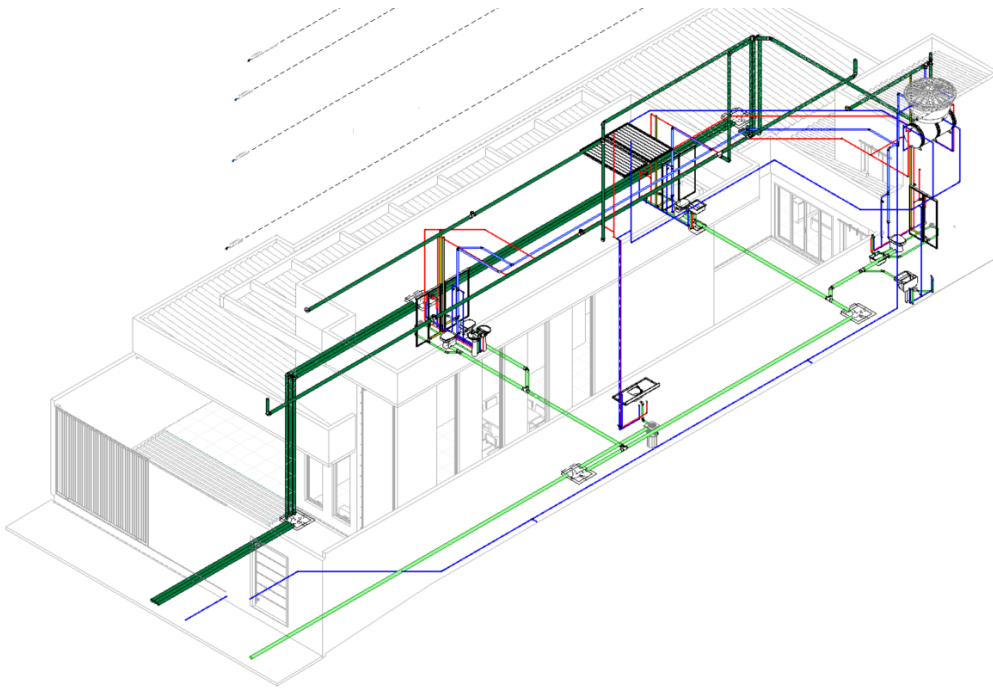
Figura 26 - Detalhe modelagem da rede de esgoto e ventilação suíte 02



Fonte: Autor, 2024

O dimensionamento dos condutores verticais e horizontais deram-se através do cálculo da área de contribuição e do cálculo das vazões em cada condutor. Por fim, o dimensionamento do sistema sanitário deu-se pelo lançamento das tubulações de acordo com os diâmetros determinados na NBR 8160:1999. Além disso, podem ver na Figura 22 detalhe do sistema de ventilação do sistema sanitário. O projeto Hidrossanitário completo está inserido no Anexo C.

Figura 27 - Sistema de água pluvial



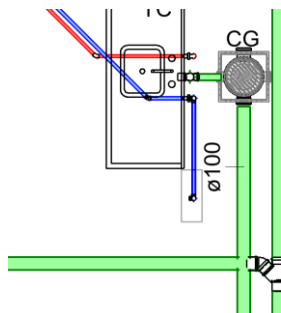
Fonte: Autor, 2024

5 COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS:

O método utilizado para a compatibilização de projetos foi a sobreposição de plantas, haja visto que o projeto estrutural foi realizado sobre a planta do arquitetônico, diversas incompatibilidades foram previstas durante o processo, dessa maneira as incompatibilidades que podem ser corrigidas são do projeto hidrossanitário e estrutural.

A primeira incompatibilidade encontrada, demonstrada na figura 28 se trata de uma tubulação de água fria sobre pilar, se trata da tubulação que seria a responsável pelo abastecimento do filtro, tal tubulação foi remanejada de lugar.

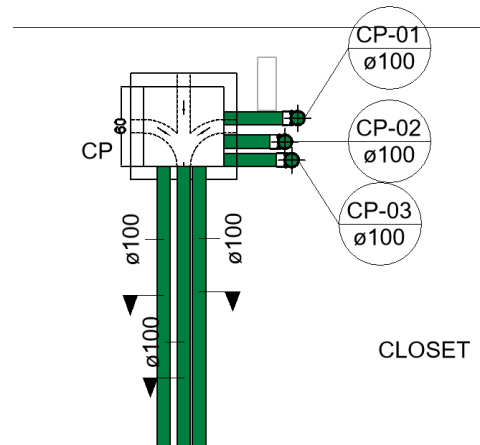
Figura 28 - Tubulação de água fria em pilar.



Fonte: Autor, 2024

A segunda incompatibilidade encontrada se trata da tubulação de água pluvial Figura 29. Esta se encontra muito próxima ao pilar o que trará complicações ao projeto de fundações caso seja utilizado blocos por exemplo.

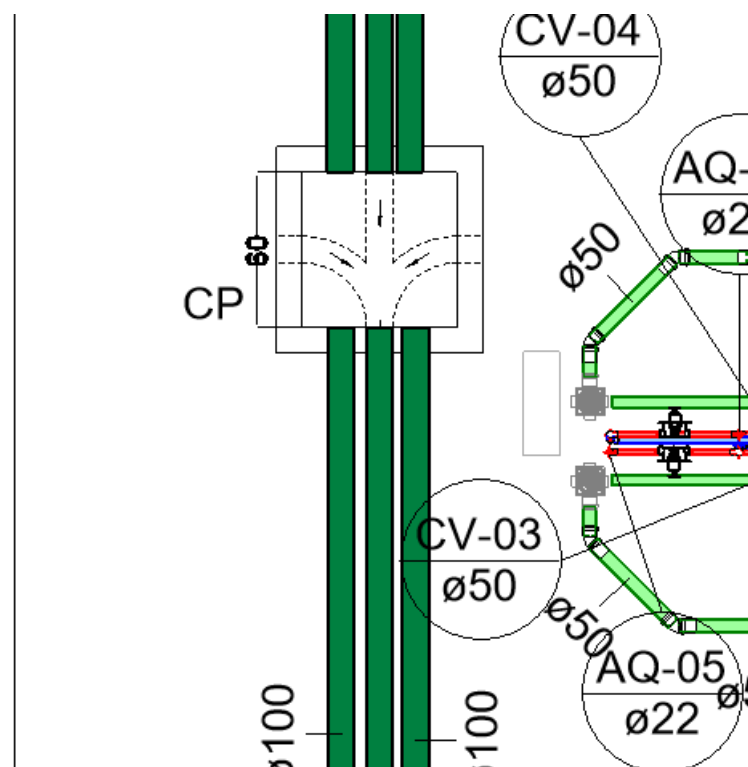
Figura 29 – Incompatibilidade tubulação água pluvial



Fonte: Autor, 2024

A terceira incompatibilidade se trata das caixas sifonadas dispostas no WC01 e WC02 se encontram muito próximas ao pilar (Figura 30). Futuras complicações com a fundação do projeto.

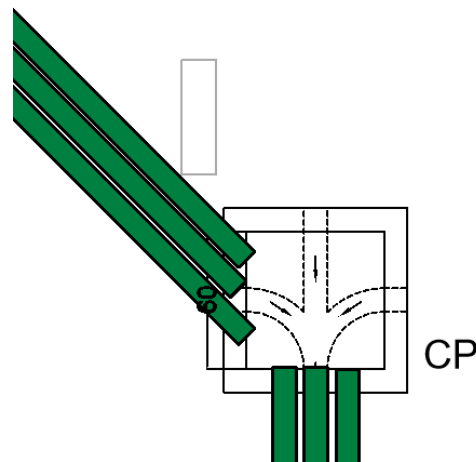
Figura 30 – Incompatibilidade caixas sifonadas.



Fonte: Autor, 2024

A quarta incompatibilidade se trata da tubulação de água pluvial ao lado do pilar (Figura 31). Consequentemente ao se realizar o projeto de fundações poderá haver complicações futuras.

Figura 31 – Incompatibilidade com pilar



Fonte: Autor, 2024

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Este trabalho teve o propósito de demonstrar quão importantes tais ferramentas podem ser para a realização de um projeto de maneira simples e também eficaz economizando tempo e também aumentando a produção e com maior qualidade. Nos dias atuais são disponibilizadas diversas ferramentas computacionais as quais podem diferenciar nosso trabalho como engenheiros e arquitetos entre demais profissões, todavia precisando de um conhecimento técnico para utilizar estas ferramentas de maneira adequada, sabendo assim solucionar erros e minorar tais ambos com auxílio de normas e ensinamentos adquiridos durante os cursos de graduação.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626**: Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16636-1: Elaboração e desenvolvimento de serviços técnicos especializados de projetos arquitetônicos e urbanísticos Parte 1.
- EASTMAN, Chuck. et al. MANUAL DE BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.
- AZHAR, S. Modelagem de informações prediais (BIM)-Tendências, benefícios, riscos e desafios para o setor AEC. **Liderança e Gestão em Engenharia**, v. 11, n. 3, p. 241-252, 2011.
- CHARLES, Arthur H. Nilson David Darwin; DOLAN, W. Design Of Concrete Structures. McGraw-Hill Education 2016 . New York.
- EL DEBS, Mounir Khalil. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. . São Carlos: EESC-USP. . Acesso em: 26 ago. 2024. , 2000
- MCCORMAC, Jack C.; BROWN, Russell H. **Design of reinforced concrete**. John Wiley & Sons, 2015.
- GONZAGA, Amanda. PROJETO HIDROSSANITÁRIO: o que é e por que é tão importante. 2021. Disponível em: <https://www.orcafascio.com/papodeengenheiro/projeto-hidrossanitario/>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- RODRÍGUEZ, Marco Antônio Arancibia. Coordenação Técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005

APÊNDICE A – PROJETO ARQUITETÔNICO

Figura 32 – Planta de Cobertura:

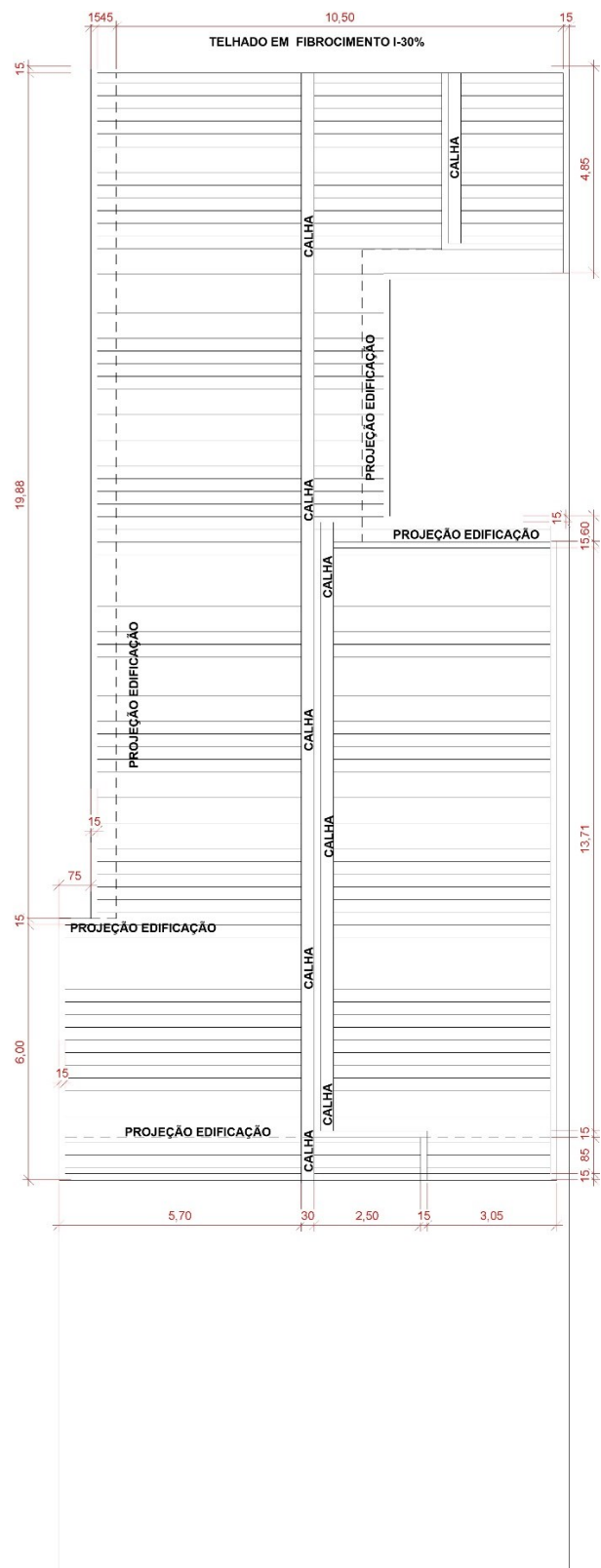


Figura 33 – Planta de locação

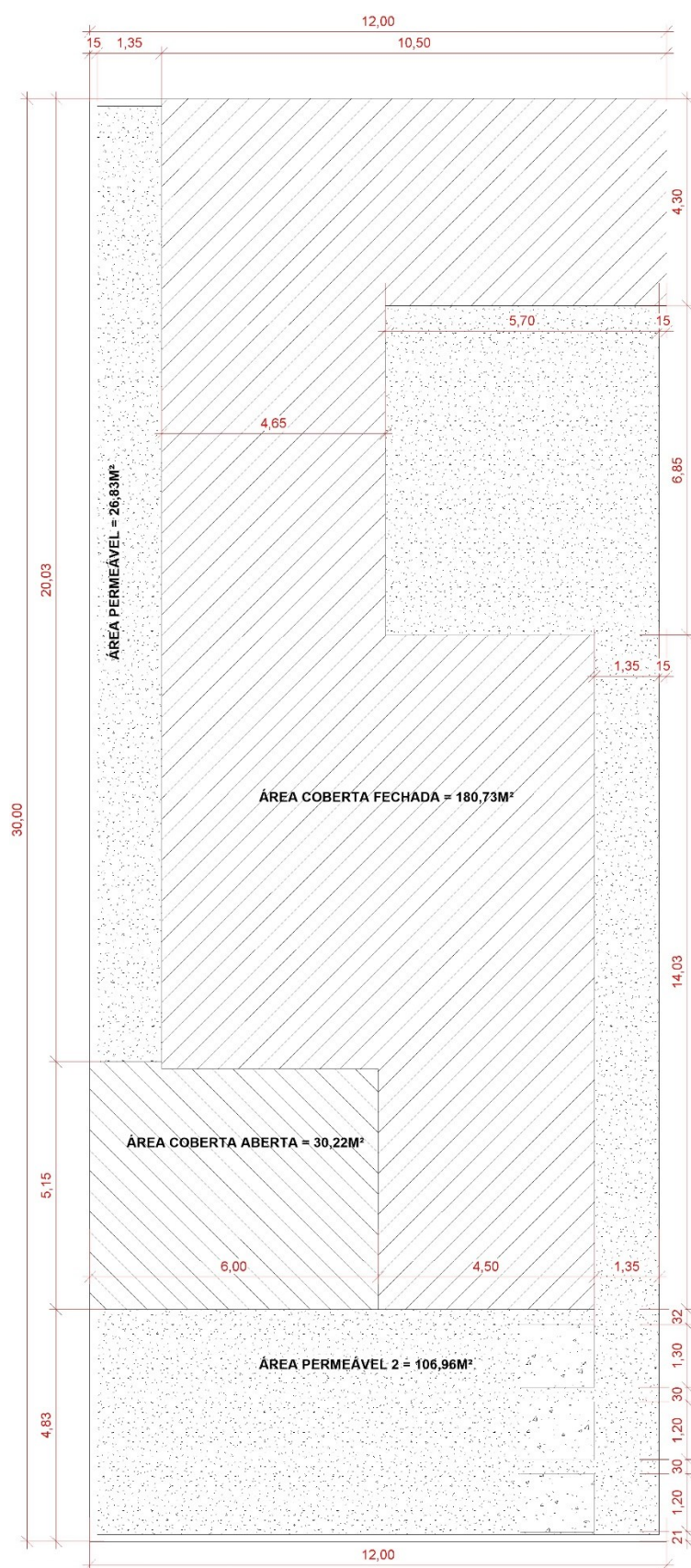
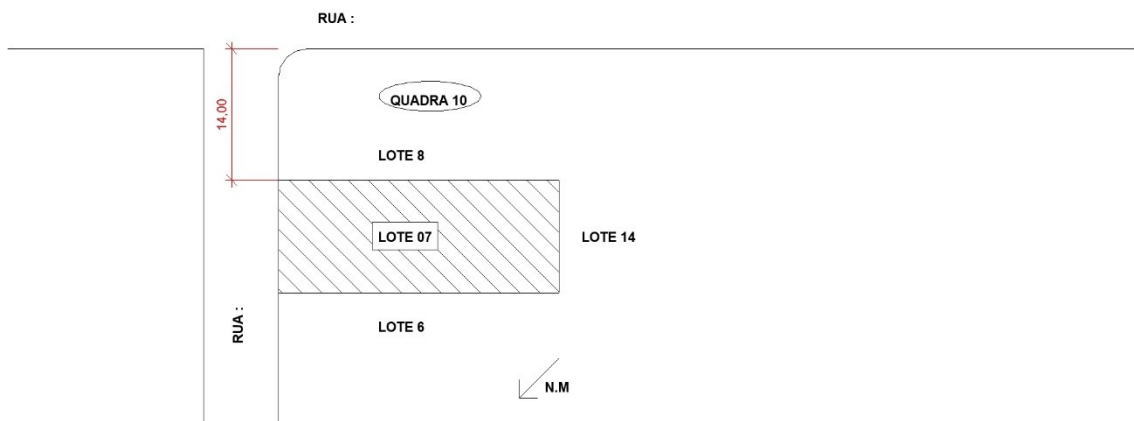


Figura 34 – Corte



Figura 35 – Planta de situação



APÊNDICE B – PROJETO ESTRUTURAL

Figura 36 – Planta de Fundações

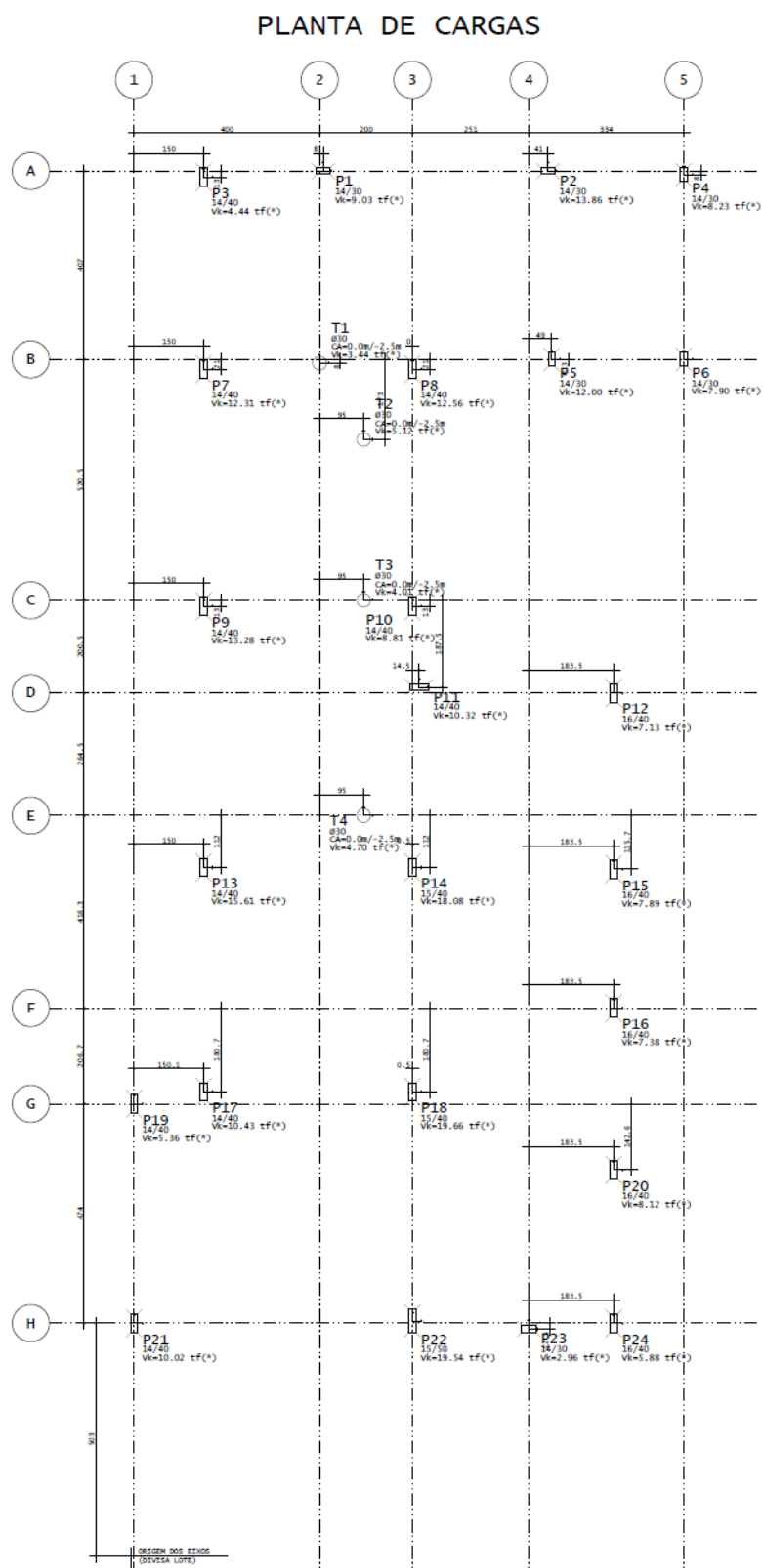


Figura 37 – Plantas de Formas

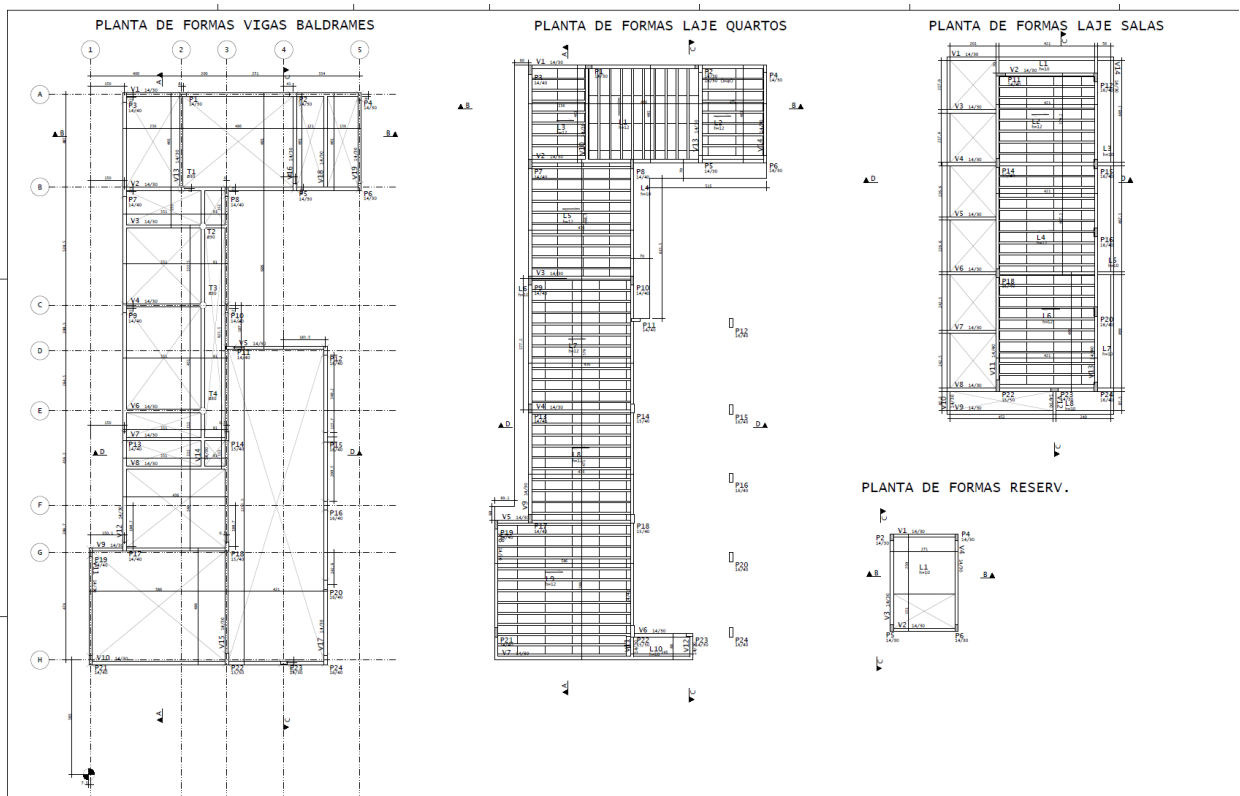


Figura 38 – Armação Pilar 1

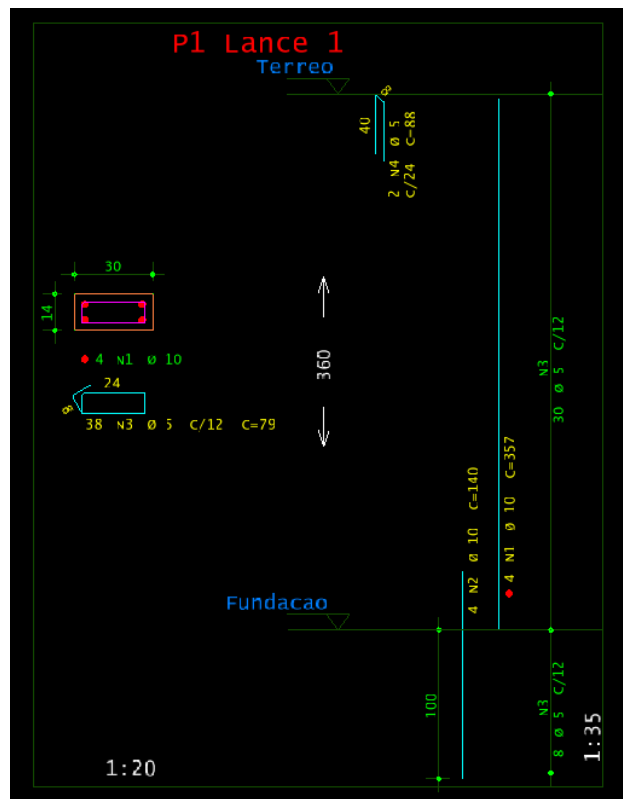


Figura 39 – Armação Viga 12 Fundação

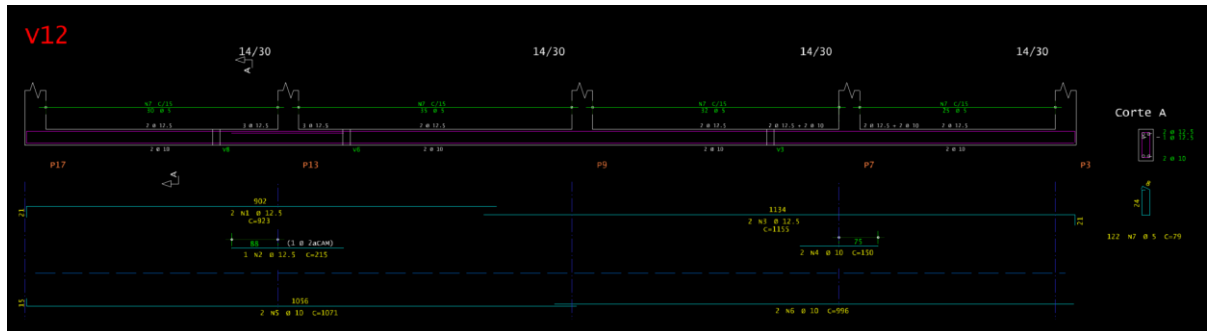
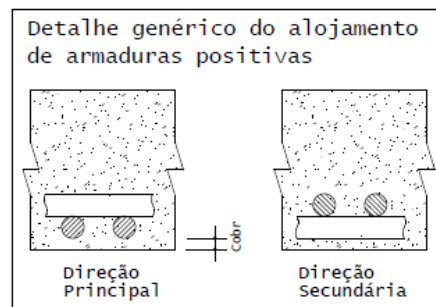
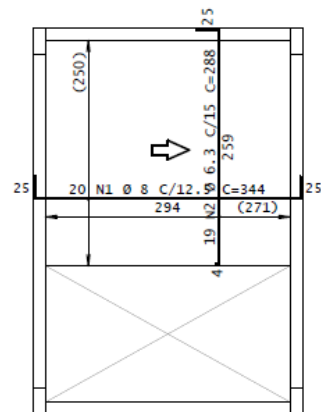


Figura 40 - Armação Positiva Reservatório
Reservatório - Armadura positiva

1X



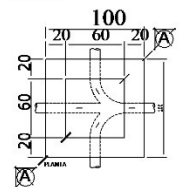
APÊNDICE C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO

Figura 41 - Legenda Projeto hidrossanitário

LEGENDA:	
	CAIXA DE PASSAGEM COM GRELHA PARA ÁGUA PLUVIAL
	COLUNA DE ÁGUA FRIA
	COLUNA DE ESGOTO
	COLUNA DE VENTILAÇÃO
	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
	COLUNA DE RECALQUE
	TUBULAÇÃO DE GORDURA
	TUBULAÇÃO DE ESPUMA
	REDE DE ÁGUA FRIA
	REDE DE ÁGUA PLUVIAL
	REDE DE ESGOTO
CGD: CAIXA DE GORDURA DUPLA	
CI: CAIXA DE INSPEÇÃO	
CE: CAIXA DE ESPUMA	
CA: CAIXA DE AREIA	
CPG: CAIXA DE PASSAGEM COM GRELHA	
VD: VALVULA DE DESCARGA	
MNC: MISTURADOR MONOCOMANDO	
DH: DUCHA HIGIÊNICA	
RG: REGISTRO DE GAVETA	
RP: REGISTRO DE PRESSÃO	
TC: TORNEIRA	
CH: CHUVEIRO	
VS: VASO SANITÁRIO	
LV: LAVATORIO	
CA: CAIXA DE AREIA COM GRELHA	
ML: MAQUINA DE LAVAR	
CS: CAIXA SIFONADA	
RS: RALO SECO	
TJ: TORNEIRA DE JARDIM	
FL: FILTRO	
TQ: TANQUE	
OBSERVAÇÃO:	
TUBULAÇÃO DE ESGOTO	
INCLINAÇÃO MÍNIMA DN – 100 – I = 2%	
INCLINAÇÃO MÍNIMA DN – 75 – I = 3%	
INCLINAÇÃO MÍNIMA DN – 50 – I = 3%	
INCLINAÇÃO MÍNIMA DN – 40 – I = 3%	
TUBULAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL	
INCLINAÇÃO MÍNIMA I = 1%	

Figura 42 - Detalhe Caixas Utilizadas no Projeto

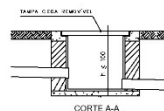
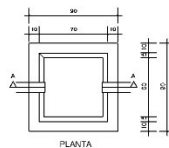
CAIXA DE INSPEÇÃO - CI
SEM ESCALA



CAIXAS DE INSPEÇÃO:

- AS CAIXAS DE INSPEÇÃO DEVERÃO TER SEÇÃO CIRCULAR DE Ø 600 mm OU QUADRADA 500x500 mm DE LADO NO MÍNIMO;
- PROFUNDIDADE MÁXIMA DE 1,00 m;
- DISTÂNCIA MÁXIMA ENTRE AS CAIXAS DE INSPEÇÃO 20 m;
- TAMPA COM FÁCIL REMOÇÃO E COM PERFEITA VEDAÇÃO;
- FUNDO CONSTRUÍDO DE MODO A ASSEGURAR RÁPIDO ESCOAMENTO E EVITAR FORMAÇÃO DE DEPOSITOS;
- AS DISTÂNCIAS ENTRE AS C.I. (CONSTRUÇÃO) E C.I. (COLETOR PÚBLICO) NÃO DEVERÁ SER SUPERIOR A 15,00 m

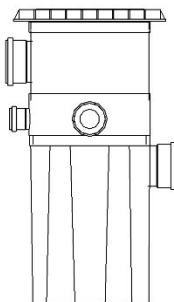
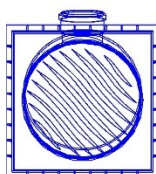
CAIXA DE PASSAGEM - CP
SEM ESCALA



CAIXAS DE AREIA:

- AS CAIXAS DE PASSAGEM DEVERÃO TER SEÇÃO CIRCULAR DE Ø 600 mm OU QUADRADA 500x500 mm DE LADO NO MÍNIMO;
- PROFUNDIDADE MÁXIMA DE 1,00 m;
- DISTÂNCIA MÁXIMA ENTRE AS CAIXAS DE 20 m;

CAIXA DE GORDURA/ ESPUMA PVC AMANCO
SEM ESCALA



Caixa de Gordura em PVC com entradas de ø75 mm, ø50 mm ou ø40 mm
Saída de ø100 mm e volume de retenção de 21,6 L
Tampa com resistência para 500kg

CAIXA DE PASSAGEM COM GRELHA PARA ÁGUA PLUVIAL
SEM ESCALA



Grelhas lineares para para captação de água pluvial

Grelha Alumínio



Tubo Saída

Corte

Figura 43- Projeto Hidrossanitário Térreo

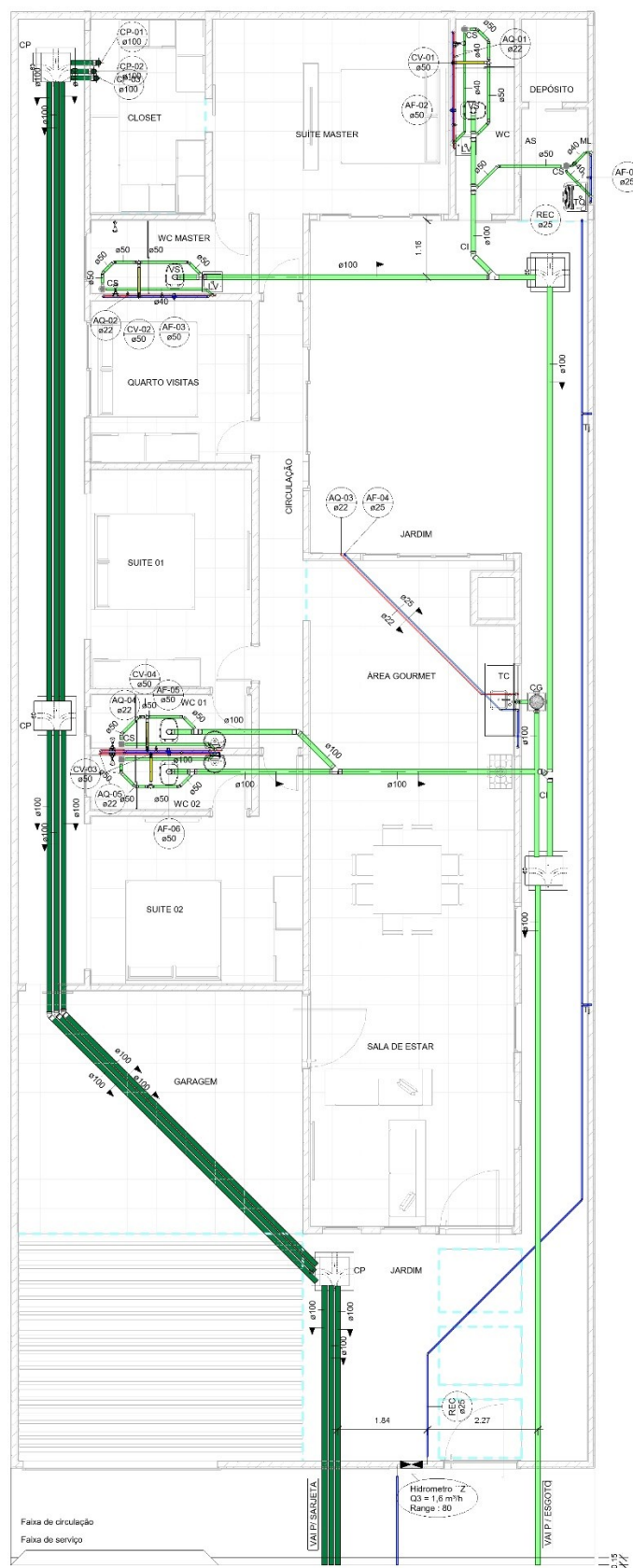


Figura 44 - Planta de Cobertura:

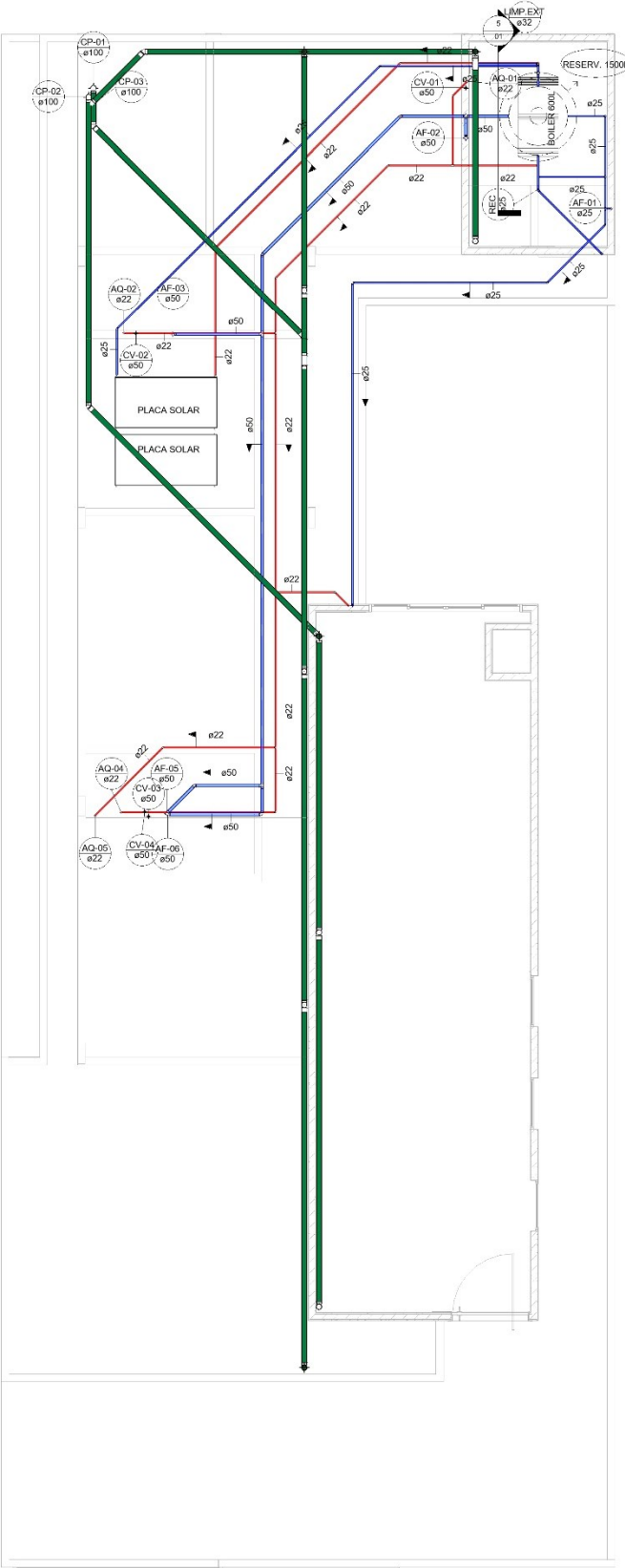


Figura 45 - Detalhe Reservatório.

